વિનીતપાઠ્યક્રમ–પુસ્તક ૨૯ મું.

પ્રાકૃતિક ભૂગોળ



પ્રકાશક,
વિઠ્ઠલદાસ મગનલાલ કોઠારી.
ગુજરાત વિદ્યાપીઠ–અમદાવાદ.

કીંમત રૂ. ૦-૧૨-૦

વિદ્યાપીઠપાઠ્ય-પુસ્તક ૨૯ મું

પ્રાકૃતિક ભૂગોળ



લેખક

છોટાલાલ બાલકૃષ્ણ પુરાણી,

આચાર્ય, રાષ્ટ્રીય વિનય મંદિર, ભરૂચ



સં. ૧૯૮૧

મૂલ્ય બાર આના

ગૂજરાત વિદ્યાપીઠ ગ્રંથાલય
અમદાવાદ
ગૂજરાતી કૉપીરાઈટ-સંગ્રહ

પ્રકાશક-વિઠ્ઠલદાસ મગનલાલ કોઠારી,
ગૂજરાત વિદ્યાપીઠ, અમદાવાદ

પુસ્તક સમિતિના સં. ૧૯૮૦ ના અષાડ વદ ૩ ના ઠરાવ
૧૯ માને અનુસરી પ્રકાશિત.

પ્રથમાવૃત્તિ-પ્રત ૧૦૦૦

મુદ્રક-દેવીદાસ છગનલાલ પરીખ,
ધી ડાયમંડ જ્યુબિલી પ્રિન્ટીંગ પ્રેસ,
અમદાવાદ

પ્રસ્તાવના

પૃથ્વી ઉપર આપણે રહીએ છીએ. તેની જોડે આપણે નિકટ સંબંધ છે. આપણા જીવનનો આધાર એ પૃથ્વીની પેદાશો ઉપરજ છે. એ પૃથ્વીનાં અનેક સુંદર દશ્યો આપણા જીવનને રસમય બનાવે છે. શાંત ગંભીર પ્રવાહથી વહેતી વિશાળ નદી, પર્વતનાં શિરોભાગ ઉપરથી નાચી કૂદી પડતાં ઝરણાં, વેગથી ધસી આવતાં નગઝરા, ઊંચા-નીચા ઉચ્છળતાં મોજાંવાળો ગંભીર સમુદ્ર, ગગનચુંબી શિખરોવાળા પર્વતોની હારો–આ બધાં દશ્યો મનને કેવો નિર્દોષ આનંદ આપે છે!

એ પૃથ્વીના મુખપૃષ્ઠની વિવિધતાઓનાં કારણ સમજાવવાનો યત્ન આ પુસ્તકમાં કરેલો છે. નાના વિદ્યાર્થીઓની જીજ્ઞાસા પોષાય, જાગૃત થાય, અને એને સૃષ્ટિના ચમત્કારો જોવા સમજવામાં રસ પડે એમ કરવાનો આ પુસ્તકનો ઉદ્દેશ છે.

પ્રાકૃતિક ભૂગોળમાં સામાન્ય રીતે આવતા વિષયોમાંના ઘણા આમાં નથી તથા તેમાં ન આવતી કેટલીક બાબતો છે. આ પુસ્તકમાં મેં મારી દૃષ્ટિ પૃથ્વી તથા તેના મુખપૃષ્ઠની વિવિધતા સમજાવવાપર મુખ્યત્વે રાખી છે. આથી હવા તથા તેના ધર્મો, પ્રવાહો વગેરે બાબત તેમજ સમુદ્રની ભરતીઓટ તથા તેનાં કારણ મેં ચર્ચ્યાં નથી. હવા તથા તેના ધર્મ અને પ્રવાહોનો વિષય ખરું જોતાં વાયુવિજ્ઞાનમાં આવવો જોઈએ. પૃથ્વી તથા તેના મુખપૃષ્ઠની માહિતી આપ્યા બાદ ભૂસ્તર વિદ્યાનો કંઈક પરિચય કરાવવાનો યત્ન મેં કર્યો છે. આથી પુસ્તકની ઉપયોગિતા ઘટતી નથી પણ વધે છે એમ હું માનું છું. શાળાઓમાં સૃષ્ટિ–અભ્યાસ (નેચર–સ્ટડી)ના શિક્ષણમાં આ પુસ્તક શિક્ષકોને માર્ગદર્શક થશે એમ હું માનું છું, કારણ કે ભૂસ્તર વિજ્ઞાનની ઉપયોગી અને જાણવા જોગી માહિતી એ પૂરી પાડે છે. આમ

હોવાથી એ ભાગનો એક જુદા ખંડમાં સમાવેશ કરેલો છે. એ ખંડમાં પ્રકરણો પાડવાં રહી ગયાં છે, પણ વિચાર કરતાં તે ઠીકજ થયું એમ લાગે છે; કારણ કે એ ખંડનો વિષય ખાસ પ્રકારનો હોવાથી સાધારણ અભ્યાસી પાઠયપુસ્તક તરીકે એને ન વાંચે પણ જેને જરૂર જણાય અથવા રસ હોય તેજ વાંચે એમ થવા સંભવ છે. આકૃતિઓ મૂકવાથી પુસ્તકની ઉપયોગિતા વધી .છે. ભવિષ્યમાં વાયુવિજ્ઞાન તથા દુનિયાના જુદા જુદા ખંડોની પ્રદેશાનુસાર ભૂગોળની શ્રેણી લખવા ધારણા છે. ઇશ્વરની ઇચ્છા હશે તો એ પાર પડશે.

અષાડી એકાદશી, સં. ૧૯૮૧

છોટાલાલ બાલકૃષ્ણ પુરાણી
આચાર્ય, રાષ્ટ્રીય વિનય મંદિર, ભરૂચ

શુદ્ધિપત્રક

ખુલાસો પૃષ્ઠ ૧૫ મા ઉપરના પહેલાજ પેરામાં કાંઇક ગેરસમજૂત થવા સંભવ છે. " આપણા જ્યોતિષ શાસ્ત્રમાં......કેતુ" એ વાક્ય પેરામાં સૌથી છેલ્લે વાંચવાથી ગેરસમજૂત નહિ થાય. આપણા જ્યોતિષ શાસ્ત્રમાં રાહુ તથા કેતુને ગ્રહ ગણ્યા છે, પણ ખરૂં જોતાં એવા ગ્રહો સૂર્યમંડળમાં છે જ નહિ; પણ પૃથ્વી અને ચંદ્રના ભ્રમણ માર્ગના સંપાતબિન્દુઓ (nodes) માટે એ નામો યોજાયાં છે.

પાનું	લીટી	અશુદ્ધ	શુદ્ધ
પર	નીચેથી ૩ જી	માંછલી	માછલી
૫૩	,, ૭ મી	પરવાળાનાં	પરવાળાના
૫૬	—	પ્રકરણ ૬ઠ્ઠું	પ્રકરણ ૭મું.
૫૭	૧૮ મી	ધરતી કંપ	ધરતીકંપ
૬૫	નીચેથી ૬ઠ્ઠી	વિનાશ કરેલ	વિનાશક રેલ
૭૪	,, ૪થી	સ્વસ્થાનો	સંસ્થાનો
૭૬	૭ મી	પણ પછીના થરોમાં	અને પછીના થરોમાંપણ
૮૩	૨ જી	સાંધવાળાં	સાંધવાળા
,,	નીચેથી ૨ જી	ગ ઘ	ઘ ચ



પ્રાકૃતિક ભૂગોળ

અનુક્રમણિકા

ખંડ ૧ લો

ખંડ ૨જો—સ્તરમય શિલાઓ.



પ્રાકૃતિક ભૂગોળ

પ્રકરણ ૧ લું

આપણે પૃથ્વી ઉપર વસીએ છીએ. એ પૃથ્વી આપણને ધારણ કરે છે એટલુંજ નહિ પણ પોતાની અંદર પાકતાં અન્નથી આપણને પોષે છે. આપણા જીવનના આધાર રૂપી ભગવતી વસુંધરા વિષે આપણે સારી માહિતી મેળવવી જોઇએ. જેમ આપણને તેનો વધારે પરિચય થાય તેમ આપણે તેમાંથી વધારે લાભ મેળવી શકીએ. તેનું તો નિત્ય કામ રહ્યું, તેની ઉપર જીવનનો આધાર રહ્યો અને તેને વિષે કંઈ ન જાણીએ તે કેમ બને ? કોઈ રાજાને પોતાના દેશની પુરી માહિતી ન હોય તે રાજ્ય કેવી રીતે કરી શકે ? જે ખેડુતને પોતાની જમીન વિષે માહિતી ન હોય તે તેને સુધારે પણ શું અને તેમાં સારી ખેડ પણ શું કરે ?

પ્રથમ પ્રશ્ન એ થાય છે કે પૃથ્વી છે કેવી ?

પૃથ્વીનો આકાર.

ખગોળવેત્તાઓ કહે છે કે ચન્દ્ર અને સૂર્યની પેઠે પૃથ્વી પણ ગોળ છે. આ વાત સાંભળીને આપણને નવાઇ લાગે છે. આપણે સાંજે ફરવા જઇએ, આગગાડીમાં બેસી મુંબઇથી અમદાવાદ કે છેક કલકત્તે જઇએ, પણ તેની મુસાફરી દરમિયાન કોઇ ઠેકાણે પૃથ્વી ગોળ છે એવો ભાસ થાય તેવું કંઈ જોવામાં આવતું નથી. પૃથ્વી તો મેજના જેવી સપાટ જણાયા કરે છે. તેની ઉપર ઉંચા નીચા ભાગ છે ખરા, પણ તેમાં ગોળાશ જેવું કંઈ જણાતું નથી. પૃથ્વી ગોળ છે એમ જ્યારે કહેવામાં આવે છે ત્યારે બધાનાં મનમાં ઉપર બતાવી તેવી શંકાઓ થાય છે. ઘણાં વર્ષો સુધી લોકો

એમ માનતા કે પૃથ્વી સપાટ છે. ખ્રિસ્તીઓના ધર્મપુસ્તકમાં પણ તેને સપાટ અને ચપટી વર્ણવેલી છે; પણ ઈ.સ. ત્રીજા સૈકામાં આપણે ત્યાં વિક્રમાદિત્ય રાજાના વખતમાં ભાસ્કરાચાર્ય નામના એક ખગોળવેત્તા થયા હતા, તેમણે પૃથ્વીને ગોળ વર્ણવેલી છે.

સામાન્ય અનુભવથી અને ઉપરચોટીઆ દૃષ્ટિએ તો પૃથ્વી સપાટ જણાય છે. પણ જરા ઝીણી નજરે જોતાં એ મત ફેરવવો પડે છે.

(૧) ઇ. સ. ૧૬ મા સૈકામાં કેટલાક સાહસિક ખલાસીઓ વહાણમાં બેસી મુસાફરી કરવા નીકળ્યા. સીધાને સીધા આગળ જવું અને એમ કરી પૃથ્વીનો છેડો શોધી કાઢવો એવો તેમનો ઈરાદો હતો. જો પૃથ્વી સપાટ હોત તો તેઓ આખરે તેને છેડે પહોંચત; અને જો તે ઘનાકાર હોત તો તેમને ત્યાંથી એકદમ કાટખૂણે નીચે ઉતરવું પડત. આવું કશું બન્યું નહિ પણ ઉલટું ત્રણેક વર્ષ પછી તેઓ જ્યાંથી નિકળ્યા હતા ત્યાં જ પાછા આવી પહોંચ્યા. આનો અર્થ એવો થાય છે કે તેમણે પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા કરી. એ પ્રદક્ષિણા દરમિયાન કોઇ ઠેકાણે તેમને કાટખૂણે નીચે ઉતરવું પડયું નહિ. આથી સિદ્ધ થાય છે કે પૃથ્વી ગોળ છે.

(૨) જો પૃથ્વી સપાટ હોય તો તેના બધા ભાગ પર સૂર્યોદય એક જ સમયે થવો જોઇએ; પણ તેમ થતું નથી. આપણો તો અનુભવ એવો છે કે પૂર્વ દેશોમાં સૂર્યોદય વહેલો થાય છે અને પશ્ચિમ દેશોમાં મોડો થાય છે.

(૩) જો પૃથ્વી સપાટ હોય તો તેના બધા ભાગ ઉપરથી ઉત્તર ધ્રુવનો તારો એક સરખો ઉંચો જણાવો જોઇએ. આપણો અનુભવ એવો છે કે પૃથ્વીના દક્ષિણ અર્ધા ભાગમાં તો એ તારો દેખાતો જ નથી અને ઉત્તર અર્ધા ભાગમાં પણ જેમ જેમ ઉત્તર છેડા તરફ જઇએ તેમ તેમ વધારે ઉંચો જણાય છે. પૃથ્વી ગોળ છે અને તેનો ગોળાટ વાળો ભાગ વચ્ચે આવે એટલે ઉત્તર ધ્રુવનો તારો પૃથ્વીના દક્ષિણ ભાગમાં કેવી રીતે દેખાય ?

(૪) પૃથ્વી સપાટ હોય તો ભોંય પર ઉભા રહીએ કે કોઇ ટેકરી પર ઉભા રહીએ તોપણ આપણી આંખથી વધારેમાં વધારે જેટલું દૂર દેખાય તેટલેજ દૂર સુધી નજર પહોંચી શકે. ટેકરી પર કે કોઇ ઉંચી જગા પર ઉભા રહેવાને કારણે વધારે દૂર નજર શું કામ પહોંચે ! આ બાબતમાં આપણો અનુભવ એવો છે કે જેમ વધારે ઉંચા જઇએ છીએ તેમ આપણી દૃષ્ટિ વધારે દૂર જાય છે. આપણી દૃષ્ટિ-મર્યાદા આપણા સ્થાનની ઉંચાઈ પ્રમાણે બદલાય છે. પૃથ્વી ગોળ હોય તો જ આમ બની શકે.

(૫) પહાડો દૂરથી નાના લાગે છે, પરંતુ પાસે જતાં તે મોટા દેખાય છે. આનું કારણ એ છે કે દૂરથી જોતાં પૃથ્વીનો ગોળાટ વચ્ચે આવી જવાથી માત્ર તેમનો ઉપરનો ભાગ જ જણાય છે. તેમનો નીચલો ભાગ પૃથ્વીના ગોળાટમાં ઢંકાઈ જાય છે.

(૬) પૃથ્વી ગોળ છે એનો સૌથી સારો પુરાવો આપણને ચન્દ્ર-ગ્રહણ વખતે મળે છે. ચન્દ્રને પોતાનું તેજ નથી. તે તો સૂર્યના ઉછીતા તેજથી ચમકે છે. સૂર્યનો પ્રકાશ તેના પર પડી પાછો ફેંકાય છે, તેથી તે તેજસ્વી દેખાય છે. ચન્દ્ર પૃથ્વીની આસપાસ ફરે છે, અને એમ ફરતાં ફરતાં કોઇવાર એવો પ્રસંગ આવે છે કે ચન્દ્ર અને સૂર્યની વચ્ચે પૃથ્વી આવી જાય છે. આવે પ્રસંગે પૃથ્વી વચ્ચે આવેલી હોવાથી, સૂર્યનું તેજ ચન્દ્ર પર પડતું નથી, પણ પૃથ્વીનો પડછાયો ચન્દ્ર પર પડે છે. પૃથ્વીનો આ પડછાયો ગોળ હોય છે, તેથી પૃથ્વી ગોળ છે એમ સાબીત થાય છે.

પૃથ્વી ગોળ છે ખરી પણ તે દડા જેવી એક સરખી અને તદ્દન ગોળ નથી. પણ માટલા જેવી એટલે વચ્ચેથી ફુલેલી અને ઉપલે તથા નીચલે છેડેથી ચપટી અથવા સહેજ દબાયલી છે. ટુંકામાં એનો ઉત્તર-દક્ષિણ વ્યાસ પૂર્વ-પશ્ચિમ વ્યાસના કરતાં નાનો છે. એના મધ્ય બિન્દુમાં થઇ તેના ઉત્તર-દક્ષિણ છેડાના બિન્દુમાંથી પસાર થતી કલ્પિત રેખા તેની ધરી અથવા અક્ષ કહેવાય છે. એ

ધરીના ઉત્તર દક્ષિણ છેડા તેના ઉત્તર તથા દક્ષિણ ધ્રુવ કહેવાય છે. પૃથ્વીની ધરીને કાટખુણે આવેલી અને તેના બે સરખા ભાગ કરતી રેખા **વિષુવવૃત્ત** કહેવાય છે. તેનાથી પૃથ્વીના ઉત્તર ગોળાર્ધ અને દક્ષિણ ગોળાર્ધ એવા બે ભાગ પડી જાય છે.

પૃથ્વીની ગતિઓ.

ભ્રમણગતિ:—(૧) પૃથ્વી ઉપરનાં માણસોને સૂર્ય, ચંદ્ર અને તારા નિત્ય ઉગતા તથા આથમતા જણાય છે. પૃથ્વી, નક્ષત્રમંડળ તથા તારામંડળ એ બધાં તદ્દન નિશ્ચલ હોય તો આમ બનવા પામે નહિ. પણ જો પૃથ્વી પોતાની ધરી પર ગોળ ગોળ ફરતી હોય, અથવા તો નિશ્ચલ પૃથ્વીની આસપાસ તારામંડળ તથા નક્ષત્રમંડળ ચોવીસ કલાકમાં ગોળ ફરી રહેતાં હોય, તો ઉપલો બનાવ બનવા પામે. આકાશમાં દેખાતા ઝીણા તારા મોટા મોટા ચળકતા સૂર્યો છે. બહુ દૂર હોવાથી તે એટલા નાના દેખાય છે, બાકી તેમાંના કેટલાક આગળ તો આપણો સૂર્ય નાના બચ્ચા જેવો લાગે એમ છે. આપણી પૃથ્વી કરતાં તો તે ઘણા જ મોટા છે. પૃથ્વી પોતાના નાને શરીરે એ બધા પર આકર્ષણ બળ કરી પોતાની આસપાસ ફેરવે એ વાત આપણે ગળે ઉતરતી નથી તેથી આપણે તો એમજ માનીશું કે પૃથ્વી પોતાની ધરી પર ચોવીસ કલાકમાં એક આંટો ફરે છે.

(૨) તર્કથી ખરી લાગતી ઉપલી વાત બીજી પ્રત્યક્ષ રીતે પણ સાબીત થઈ છે. ફ્રાન્સમાં ફુકો નામના એક ખગોળ-વેત્તાએ એક દેવળના ઉંચા ઘુંમટ ઉપરથી એક ભારે લોલક લટકાવ્યું અને તે દેવળના ભોંયતળીઆ પર રેતી પાથરી, લોલકની નીચલી અણી તે રેતીમાં આંકા પડે તેમ રાખી. આ પ્રમાણે તૈયારી કરી તેણે લોલકને ચાલુ કર્યું. હાથથી ધક્કો મારી લોલકને ગતિ આપે તો તે આડું અવળું ચાલે તેથી તેણે લોલકને એક ભીંતે દોરીથી બાંધ્યું અને પછી તે દોરી સળગાવી દીધી. બહુ મોટા ઝુલ્લા ખાતું હોવાથી તે

લોલક ચોવીસ કલાક ચાલ્યું. ચોવીસ કલાકને અંતે નીચે રેતીમાં થએલા આંકા જોતાં જણાયું કે તે વર્તુળ આકારમાં પડયા હતા. જો પૃથ્વી સ્થિર રહેતી હોય અને ગોળ ફરતી ન હોય તો તે આંકા ગોળાકારમાં કેમ પડે ? એમ ગોળાકારમાં આંકા પડવાનો અર્થ એજ થાય કે દેવળનું તળીઉં ચોવીસ કલાકમાં ગોળ ફરેલું હોવું જોઇએ. કોઇ એમ શંકા કરે કે દેવળનો ઘુંમટ તથા તળીઉં બન્ને ગોળ ફરેલાં છે. તો સવાલ એમ થાય છે કે ત્યારે રેતીમાં આંકા ગોળ કેમ પડયા ? ત્યારે તો તે આંકા સીધા જ પડવા જોઇતા હતા. ખરી વાત એ છે કે લોલકને એક વાર એક દિશામાં ગતિ આપીએ અને પછી તેના આધાર બિન્દુને ગમે તેટલું ફેરવીએ તોપણ તેની ગતિની દિશા બદલાતી નથી. આમ હોવાથી મકાનનું તળીઉં તથા ટોચ બંને ફરતાં હોવા છતાં, તળીઉં ફરવાની જ અસર થાય છે અને તેની પર ગોળાકારમાં આંકા પડે છે.

(૩) ચોવીસ કલાકમાં પૃથ્વી પોતાની ધરી પર એક આંટો ફરી વળે છે તેથી જ રાત અને દિવસ થાય છે. આમ ફરતાં પૃથ્વીનો દરેક અર્ધો ભાગ વારા ફરતી સૂર્યની સામે આવી રહે છે. સૂર્ય પૂર્વમાં ઉગી પશ્ચિમમાં આથમે છે તેથી પૃથ્વી પશ્ચિમથી પૂર્વ તરફ ગોળ ફરતી હોવી જોઇએ.

પૃથ્વીની ગતિ બાબત થતી શંકાઓ તથા તે શંકાનાં સમાધાન:—કેટલાકને એવી શંકા થાય છે, કે પૃથ્વી આમ ગોળ ફરે છે તો તેની ઉપરનાં ઘર, ઝાડ, શહેર, ગામ એ બધાં ખસી કેમ નથી જતાં ? મેળામાં ગોળ ફરતાં ચકડોળ ઉપરથી આ વાતનો ખુલાસો સારી રીતે મળશે. ચકડોળ જોરથી ઘૂમે છે પણ તેથી તેની અંદરની ખુરશીઓ કે હાથી, વાઘ, ઘોડા વગેરેની જગા કંઇ અદલ બદલ થઇ જતી નથી. તે બધા પોતપોતાની જગાએ રહી ગોળ ફર્યા કરે છે. પૃથ્વીની બાબતમાં પણ તેમજ થાય છે.

(૨) કેટલાક કહે છે કે કુંભારના ચાક પર રેતી કે કાંકરા નાખીએ

તેા તે જોરથી બહાર ફેંકાય છે. તેા આવી ઝડપથી ગેાળ ગેાળ ફરતી પૃથ્વી ઉપરથી આપણે કેમ દૂર ઉડી નથી પડતા તથા દરીઆનાં પાણી કેમ ઉભરાઇ જતાં નથી? વળી પાછેા ચકડેાળનેા જ દાખલેા લેા. ચકડેાળ જોરથી ફરે છે છતાં ખુરશીએા, હાથી, ઘેાડા વગેરે દૂર ફેંકાઇ જતાં નથી, કારણ કે સળીઆ વગેરેથી ચકડેાળ જોડે તે જોડાયાં છે. આપણી પૃથ્વી પેાતાની સપાટી પરની દરેક વસ્તુને અમુક જોરથી આકર્ષે છે, અને તે આકર્ષણ બળથી જ તેની સપાટી પરની વસ્તુએા દૂર ઉડી પડતી નથી.

(૩) કેાઇ કહેશે કે પૃથ્વી આમ ગેાળ ફરે છે તેા આપણને તે ગતિનું કેમ કંઇ ભાન થતું નથી? હેાડીમાં બેઠા હેાઇએ છીએ ત્યારે કિનારા તરફ જોયા વગર હેાડી આપણને ચાલતી ક્યાં જણાય છે? ખરી વાત એ છે કે આપણે જે વાહનમાં બેઠા હેાઇએ તેમાં ગતિ વખતે આચકા આવે તેા તેની ગતિનું આપણને ભાન થાય છે. આપણેા સામાન્ય અનુભવ છે કે ઝડપથી ચાલતી મેલ ગાડી કરતાં સાધારણ પેસેન્જર ગાડીએા વધારે ઝડપથી ચાલતી હેાય એમ જણાય છે. એનું કારણ એ છે કે કમાનેાની સારી વ્યવસ્થાને લીધે મેલ ગાડીમાં આચકા આવતા નથી, જ્યારે સાધારણ ગાડીએામાં વધારે આચકા આવે છે. પૃથ્વી વગર આચકે બેમાલુમ રીતે અને એક સરખા વેગથી અવકાશમાં સરી જાય છે, તેથી તેની ગતિ ઘણીજ ઝડપી છતાં આપણને તેનું ભાન થતું નથી.

પૃથ્વીના બધા ભાગેાની ગતિ એક સરખી હેાતી નથી. વિષુવવૃત્ત આગળનેા ઘેરાવેા ઘણેા મેાટેા હેાવાથી ત્યાંનું દરેક બિન્દુ કલાકના એક હજાર માઇલની ઝડપે ગેાળ ફરે છે; પણ તેના ઉત્તર દક્ષિણ ધ્રુવના છેડા આગળ નહિ જેવેા જ વેગ હેાય છે. સાધારણ રીતે આપણે વિષુવવૃત્તથી જેમ ઉત્તર કે દક્ષિણ તરફ જઇએ તેમ પૃથ્વીનેા વેગ ઘટતેા જવાનેા. પેાતાની ધરી પર ચેાવીસ કલાકમાં ગેાળ ફરવાની પૃથ્વીની ગતિને **ભ્રમણ ગતિ** કહેવામાં આવે છે.

પૃથ્વીની પ્રદક્ષિણા ગતિઃ—પૃથ્વી પોતાની ધરી પર ચોવીસ કલાકમાં ભ્રમણ કરે છે પણ તે ઉપરાંત તેની બીજી પણ એક ગતિ છે. આપણે આગળ જોયું તેમ સૂર્ય, ચન્દ્ર વગેરે ગ્રહો તથા તારા અને નક્ષત્રો પૃથ્વીની આસપાસ ચોવીસ કલાકમાં ગોળ ફરી રહેતાં દેખાય છે, એટલુંજ નહિ પણ આખું વર્ષ અમુક એકના એક તારા તથા નક્ષત્ર દેખાયા કરતાં નથી. દર માસે નવા તારા તથા નક્ષત્ર દેખાવા માંડે છે અને જુના અસ્ત પામી દેખાતા બંધ થાય છે. આ ઉપરથી બે અનુમાન થઈ શકે; કાં તો તારા તથા નક્ષત્રપટ નિશ્ચલ પૃથ્વીની આસપાસ ફર્યા કરે છે, અથવા તો નિશ્ચલ તારા તથા નક્ષત્રપટની વચ્ચે થઇ વર્ષાવધિ સમયમાં પૃથ્વી ગોળ ફરે છે. પહેલાંની પેઠે આ વખતે પણ આપણે પૃથ્વીને નક્ષત્ર તથા તારામંડળની વચમાં થઇ વર્ષમાં એકવાર ગોળ ફરી રહેતી અથવા સૂર્યની પ્રદક્ષિણા કરતી માની લઇશું. પૃથ્વીને ભ્રમણ તથા પ્રદક્ષિણા એમ બે ગતિ છે. એટલે કે પોતાની ધરી પર ગોળ ગોળ ફરતી પૃથ્વી એક વર્ષમાં સૂર્યની પ્રદક્ષિણા પણ કરે છે.

એક વર્ષમાં પૃથ્વી સૂર્યની આસપાસ ગોળ ફરી રહે છે એ વાત તો આપણે જાણી. તેની સૂર્ય પ્રદક્ષિણાનાં શાં પરિણામ નીપજે છે, એ પ્રદક્ષિણામાં તે કેમ રહી ફરે છે, તેનો પ્રદક્ષિણા માર્ગ કેવો છે, વગેરે વિગતો હવે આપણે તપાસીશું.

(૧) સૂર્યની આસપાસ પૃથ્વી ફરે છે તેથી વર્ષ દરમિયાન સૂર્ય જુદા જુદા નક્ષત્રોમાં ઉગતો જણાય છે. મેજ પર દીવો મૂકી તેને સૂર્ય કલ્પો અને મેજની પ્રદક્ષિણા ફરતાં તમે તમારી જાતને પૃથ્વી કલ્પો. મેજને ફરતાં જુદી જુદી ૨૭ રાશી બતાવનાર નક્ષત્રોનાં ચિત્રો ભીંત પર ટાંગો. હવે ઉપર જે લખ્યું છે તે બરાબર સમજાશે. જેમ જેમ તમે મેજની આસપાસ ફરતા જશો તેમ તેમ તમને સૂર્ય એટલે મેજ પરનો દીવો વારાફરતી ભીંતપરના જુદાં જુદાં નક્ષત્રોની

સીધી લીટીમાં આવતો જણાશે. બે ત્રણ માસ રોજ રાતના અમુક એક સમયે આકાશના તારા તથા નક્ષત્રોનું અવલોકન કર્યાથી પણ જણાશે કે આખું વર્ષ આકાશમાં એકના એક તારા તથા નક્ષત્રો દેખાયા કરતાં નથી. અમુક તારા અને નક્ષત્રો પૂર્વમાં દેખાવા માંડી ધીરે ધીરે પશ્ચિમ તરફ ખસી દેખાતાં બંધ થાય છે અને તેમનું સ્થાન નવા તારા તથા નક્ષત્રો લે છે. પૃથ્વી આ અદ્દભુત તારાની ભૂમિમાં થઇ જુદા જુદા તારાઓ સાથે દોસ્તી બાંધતી, રમતી પસાર થાય છે. વિશ્વમંડળમાં તેને એકલવાયું રહેવું પડતું નથી. એ ભુરા, વિશાળ, એકાન્ત, અદ્દભુત પ્રદક્ષિણા માર્ગમાં તેને બ્હેનપણીઓ તથા મિત્રોની ખોટ નથી. આકાશમાં તારાઓ અને નક્ષત્રો પોતાનાં સ્થાન બદલતાં જણાય છે, તે ઉપરથી એવું અનુમાન કરી શકાય છે કે આપણી પૃથ્વી એ તારામંડળમાં થઇ પશ્ચિમથી પૂર્વ બાજુ જાય છે. એક વર્ષને અંતે પહેલાં જોયેલા તારા અને નક્ષત્રો પાછાં ફરીથી જોવામાં આવે છે, અને એવું દર વર્ષે થાય છે. આ ઉપરથી આપણે એવું અનુમાન કરીએ છીએ કે પૃથ્વી એક વર્ષમાં સૂર્યની આસપાસ ગોળ પ્રદક્ષિણા ફરી પોતાના મૂળ સ્થાને આવે છે. આમ સૂર્યની આસપાસ પ્રદક્ષિણા ફરતાં પૃથ્વીને જેટલો વખત લાગે તેને આપણે એક વર્ષ કહીએ છીએ. આથી જણાય છે કે પૃથ્વીને બે ગતિઓ છે (૧) ભ્રમણ ગતિ જેમાં તે પોતાની ધરી પર ગોળ ફરે છે, ને પરિણામે દિવસ અને રાત થાય છે, અને (૨) પ્રદક્ષિણા ગતિ જેમાં તે સૂર્યની આસપાસ ગોળ ગોળ ફરે છે ને જે ઉપરથી આપણે વર્ષ માપીએ છીએ.

ઋતુઓ.

પૃથ્વી ઉપર બનતા બનાવો વર્ષ દરમિયાન ધ્યાન રાખી જોઇએ તો આપણને જણાશે કે આખા વર્ષમાં નક્ષત્ર તથા તારાનાં સ્થાન બદલાય છે તે ઉપરાંત પૃથ્વી પર હવાની સ્થિતિમાં પણ ઘણા મોટા ફેરફાર થાય છે. હવાની સ્થિતિ પ્રમાણે આખા વર્ષના આપણે ત્રણ

કે ૭ ભાગ કરી શકીએ છીએ. વર્ષના આવા ભાગ **ઋતુઓ** કહેવાય છે. જે ઋતુમાં તાપ ઘણો પડે છે, બપોરે બહાર નીકળાતું નથી, ઝાડની છાયામાં ઉંઘવાનું ગમે છે અને નદીમાં નહાવાનું મન થાય છે તે ઉનાળો અથવા ગ્રીષ્મ ઋતુ. તે ઋતુમાં કેરી અને રાયણ થાય છે તેથી તેને કેરી ગાળો પણ કહે છે. તે મોસમમાં જમીન બહુ તપે છે, ઉની લૂ વાય છે અને જોડા વગર ચાલતાં પગે દઝાય છે; રેતાળ પ્રદેશમાં અત્યન્ત ગરમીથી ઝાંઝવા થાય છે; વનસ્પતિ ગરમીથી કરમાય છે, અને ખેતરો સુકાંસટ થઇ જાય છે. ત્યારબાદ પવન જોરથી ફુંકાવા માંડે છે, ને જેઠ માસના એકાદ દિવસે આકાશ વાદળાંથી ઢંકાઇ જાય છે, ને ગાજવીજ સાથે વરસાદ તૂટી પડે છે. અત્યન્ત ગરમીથી થતું કષ્ટ એકદમ દૂર થાય છે. પૃથ્વીમાંથી સોરમ નિકળવા માંડે છે. તપી તરસી થએલી પૃથ્વી આકાશમાંથી પડતા અમૃત જળને પી જાય છે. હવે ચોમાસું શરૂ થયું. આકાશમાં વાદળાંની ઘનઘોર ઘટા છવાઇ રહ્યાથી સૂર્ય ઘણીવાર અઠવાડીઆ સુધી જણાતો નથી, અને વધારે ઓછો વરસાદ લાગલાગટ અથવા ટુકડે ટુકડે પડ્યા કરે છે. વળી થોડા દહાડા વાદળાં વીખરાઇ ઉઘાડ થાય છે. પડતે વરસાદે ખેતરમાં ખેડુતો કામ કરી શકતા નથી તે ઉઘાડના દિવસોમાં કામે વળગી જાય છે. છેક ભાદરવા સુધી આ મોસમ ચાલે છે. આસપાસ બધે લીલુંછમ થઇ જાય છે. ખેતરોમાં વાવેલાં બીઆંમાંથી આશા ભર્યા છોડ ઉગી નીકળે છે, ને ખેડુતનું મન હર્ષથી હલકું થાય છે. એક દાણામાંથી અનેક દાણા આપનાર ભગવાન દુનિયાના લોકોને ઉદારતાનો પાઠ શીખવે છે અને કહે છે કે 'આ બધી મારી જ લીલા છે. મારૂં આપેલું મને જ આપ, ચોર બની એકલો ન ખા.' આ બન્ને ઋતુમાં દિવસ લાંબા હોય છે અને રાત ટુંકી હોય છે. ચોમાસું પુરૂં થયા બાદ ત્રીજી ઋતુ શરૂ થાય છે. તેમાં ઉનાળાથી ઉલટું છે. એ ઋતુમાં ખૂબ ટાઢ પડે છે, સવારના પહોરમાં પથારીની હુંફ છોડી ઉઠવું ગમતુ નથી અને પથારીમાંથી ઉઠયા પછી

પણ ધ્રૂજવાની અને દાંત કકડાવવાની ફરજ પડે છે. આળસુ વિદ્યાર્થીઓ નિત્ય કર્મોને પણ બહુજ ટુંકાવી નાંખે છે. અને પોતાના પાઠ ન કરવાનો દોષ ઋતુને માથે મૂકે છે. આ ઋતુમાં દિવસ બહુ ટુંકા અને રાત બહુ લાંબી હોય છે. આ ઋતુ આવતા પહેલાં ઘણાં ઝાડનાં પાંદડાં ખરી જાય છે અને ચોમાસામાં ઉગાડેલા પાક કાપણી માટે તૈયાર થાય છે. વનસ્પતિને ઉનાળાના તાપની પેઠે શિયાળાની ટાઢ પણ ગમતી નથી. પણ ચોમાસામાં પૃથ્વીએ પોતાના શરીરમાં જે જળ સંઘરેલું હોય છે તેના લાભે કેટલીક જાતના છોડ એ મોસમમાં પણ ઉગે છે. ઘઉં અને કઠોળ આમાં મુખ્ય છે. જુવાર પણ આ જ મોસમમાં થાય છે.

ઉપરના વર્ણન ઉપરથી આપણે જોઇ શકીએ છીએ કે વર્ષની મુખ્ય ત્રણ ઋતુઓ છે. ઉનાળો અથવા ગ્રીષ્મ, ચોમાસું અથવા વર્ષા અને શિયાળો અથવા શિશિર. કેટલાક દેશોમાં આપણા દેશની પેઠે વરસાદ અમુક ચાર માસમાં જ પડતો નથી, પણ વર્ષના આઠ માસ અથવા આખું વર્ષ અવાર નવાર વધારે ઓછો પડયા કરે છે. કેટલાક દેશોમાં વરસાદ નહિ જેવો જ પડે છે, તેથી તેવા દેશોમાં શિયાળો અને ઉનાળો એવી બે ઋતુઓ જણાય છે. ઋતુના આવા ફેરફાર વિષુવવૃત્ત આગળના ભાગમાં નહિ જેવા જ જોવામાં આવે છે, પણ વિષુવવૃત્તથી આપણે ઉત્તર કે દક્ષિણ ધ્રૂવ તરફ જતા જઈએ તેમ શિયાળો અને ઉનાળો વધારે સ્પષ્ટ રીતે જુદા પડતા જણાય છે. સમશીતોષ્ણ કટિબંધમાં શિયાળામાં બહુ ટાઢ અને ઉનાળામાં બહુ ગરમી હોય છે. શિયાળામાં દિવસ ટુંકા અને ઉનાળામાં લાંબા હોય છે. ધ્રૂવો આગળના પ્રદેશમાં છ માસ શિયાળો અને છ માસ ઉનાળો રહે છે. ઉનાળામાં છએ માસ સૂર્ય રાત દહાડો દેખાયા જ કરે છે અને શિયાળામાં જણાતો જ નથી. શિયાળામાં ખૂબ ટાઢ પડે છે અને જમીન ઉપર કોઇપણ જાતનો પાક ઉગી શકતો નથી. દરિયા, તળાવ વિગેરેનાં પાણી જાડી બરફની ચાદરથી ઢંકાંઇ જાય છે.

ઋતુઓનું વર્ણન આપણે વાંચ્યું તે ઉપરથી આપણને જણાય છે કે શિયાળામાં અને ઉનાળામાં દિવસની લંબાઇ એક સરખી રહેતી નથી. દિવસની લંબાઇ ટુંકાઇને અનુસરીને તે ઋતુઓમાં હવા ગરમ કે ઠંડી રહે છે અને હવાની સ્થિતિ પ્રમાણે જુદી જુદી વનસ્પતિઓ વધારે ઓછા પ્રમાણમાં ઉગી નિકળે છે. ઘણાં પંખીઓ ઋતુઓને અનુસરી એક દેશમાંથી બીજા દેશમાં જાય છે. સામાન્ય રીતે ઘણાં પંખીઓ ઠંડા પ્રદેશ છોડી ગરમ પ્રદેશોમાં જાય છે. ટુંકામાં પૃથ્વી પર ઋતુના જે વિવિધ ફેરફારો જોવામાં આવે છે તેનો આધાર દિવસની લંબાઈ પર છે. અને દિવસ લાંબા ટુંકા કેમ થાય છે તે જો આપણે સમજીએ તો ઋતુઓનું રહસ્ય આપણને સહેલથી સમજાય.

આપણી પૃથ્વી પર જે કાંઇ ગરમી આવે છે તેનું મૂળ સૂર્ય છે. સૂર્ય અને પૃથ્વીનો સંબંધ સમજાય તો ઋતુઓના ફેરફારો પણ ઝટ સમજાય. કોઇ પણ ચીજના વધારે ઓછા ગરમ થવાનો આધાર તેના વધારે ઓછા પ્રમાણમાં તપવા ઉપર છે. પૃથ્વીના જે ભાગ પર વધારે વખત તાપ પડે તે વધારે ગરમ થાય. આથી સિદ્ધ થાય છે પૃથ્વીના જે ભાગમાં ઉનાળો હોય ત્યાં સૂર્ય પૃથ્વી પર વધારે વખત તપતો હોવો જોઇએ. પૃથ્વી પર સૂર્ય વધારે વખત રહે એનો અર્થ એ કે દિવસ લાંબા હોવા જોઇએ. અનુભવથી આ વાત ખરી જણાય છે; ઉનાળામાં દિવસ લાંબા હોય છે અને શિયાળામાં ટુંકા હોય છે.

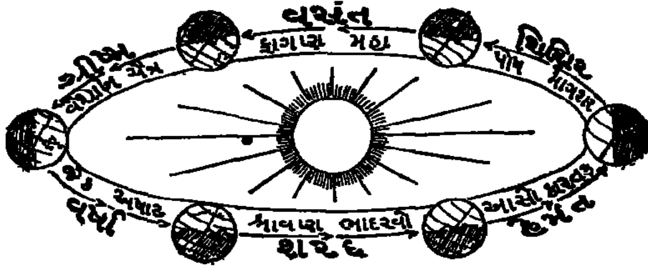
સૂર્યના તાપથી તપેલી પૃથ્વીની ગરમી રાત્રે બહાર અવકાશમાં ફેલાઈ જાય છે. આ કારણથી દિવસે તપેલી પૃથ્વી રાતના આખરના ભાગમાં ઠંડી પડી જાય છે. દિવસ લાંબા હોય અને રાત ટુંકી હોય તો દિવસ દરમિયાન ચુસેલી ગરમીને પૃથ્વી રાતમાં પુરેપુરી બહાર કાઢી શકે નહિ, અને તેથી બીજે દિવસે સૂર્ય તપવા માંડે ત્યારે પૃથ્વી તદ્દન ઠંડી ન હોય પણ કંઇક તપેલી હોય. આ પ્રમાણે ઉનાળામાં પૃથ્વી રોજ રોજ વધારેને વધારે તપતી જાય છે. એથી ઉલટું શિયા-

ળામાં તે વધારેને વધારે ઠંડી પડતી જાય છે. દિવસ લાંબા ટુંકા થવાથી ઋતુઓના ફેરફાર થાય છે એ વાત તો હવે સમજાય છે. હવે દિવસ લાંબા ટુંકા કેમ થાય છે તે બાબતની તપાસ કરીએ.

સૂર્યની આસપાસ પૃથ્વી એક વર્ષમાં પ્રદક્ષિણા ફરી રહે છે તે આપણે આગળ જોયું. સૂર્યની આસપાસ પૃથ્વીના ફરવાના માર્ગને કક્ષા કહે છે. પૃથ્વીની એ કક્ષાનો આકાર લંબવર્તુળ જેવો છે અને એ લંબવર્તુળના એક છેડા તરફ સૂર્ય આવેલો છે. આને લીધે સૂર્યની આસપાસ ફરતાં પૃથ્વી એક વાર તેની બહુ પાસે આવી જાય છે, અને એક વાર તેનાથી બહુ દૂર રહી જાય છે. પૃથ્વીની ધરી તેની કક્ષા જોડે કાટખૂણો કરે એવી રીતે તે સૂર્યની આસપાસ ફરે તો દેખીતું જ છે કે તેનો બરાબર અર્ધો ભાગ સૂર્યના તેજમાં રહે અને અર્ધો અંધારામાં રહે. આનો અર્થ એ જ થાય કે આખી પૃથ્વી પર દિવસ રાત સરખાં થાય. આખું વર્ષ પૃથ્વીના બધા ભાગ પર દિવસને રાત સરખાં થાય; પણ તેવું બનતું નથી એટલે પૃથ્વી પોતાની કક્ષાને કાટખૂણે રહી ફરતી નથી એમ માન્યા સિવાય છુટકો નથી.

પૃથ્વીની ધરી એની કક્ષા જોડે બીલકુલ ખૂણો કર્યા વગર સમાંતર રહીને ફરે તોપણ તેના બધા ભાગ પર દિવસ અને રાત સરખાં થાય, એટલે તે પણ બનવા જેવું નથી. જો પૃથ્વીનો એક છેડો સૂર્ય તરફ રહે એમ તેની ધરી તેની કક્ષા જોડે કાટખૂણો કરે તો સૂર્ય તરફ રહેલા પૃથ્વીના ભાગમાં કદી રાત પડે નહિ. પૃથ્વીની ધરી તેની કક્ષા જોડે કાટખૂણા કરતાં કોઈ નાનો ખૂણો કરે, તોપણ જો તેનો એક છેડો હમેશાં સૂર્ય તરફ નમેલો રહે તો તેવી રીતે નમેલા છેડા આગળ આવેલા પ્રદેશોમાં કદી રાત પડે નહિ. આમ પણ થતું જોવામાં આવતું નથી. આ બધી દલીલો પરથી એમ સિદ્ધ થાય છે કે પૃથ્વીની ધરી તેની કક્ષા જોડે કાટખૂણો કરતી નથી તેમજ તેને સમાંતર પણ રહેતી નથી; વળી તેનો કોઇ પણ એક છેડો હમેશાં સૂર્ય તરફ કે સૂર્યથી દૂર નમેલો રહેતો નથી.

હવે પ્રશ્ન એમ થાય છે કે ત્યારે પૃથ્વી કેમ રહી સૂર્યની આસ-પાસ ફરે છે? એની ધરી એની કક્ષા જોડે કેવો ખૂણો કરે છે? પૃથ્વીની ધરી તેની કક્ષા જોડે ૨૩½ અંશનો ખૂણો કરે, પણ તેનો ઉત્તર તરફનો છેડો સૂર્ય તરફ નમેલો ન રહેતાં, પૃથ્વીની કક્ષાની બહાર આવેલા કોઇ ગ્રહ કે નક્ષત્ર તરફ નમેલો રહે તો પરિ-ણામ શું થાય તે જોઈએ. જો પૃથ્વી એમ રહી સૂર્યની આસપાસ ફરે તો વર્ષમા કેટલોક સમય તેનો ઉત્તર છેડો સૂર્ય તરફ અને કેટલોક સમય સૂર્યથી દૂર ઢળતો રહે; અને કેટલોક વાર પૃથ્વી એવી રીતે આવી રહે કે તેના બરાબર અર્ધા ભાગ પર સૂર્યનો પ્રકાશ પડે અને બાકીનો અંધારામાં રહે. પૃથ્વીનો એક છેડો સૂર્ય તરફ નમેલો રહે તો તેના અર્ધા કરતાં વધારે ભાગ પર સૂર્યનો પ્રકાશ પડે અને તેથી તે ભાગમાં આવેલું કોઇ પણ સ્થાન પ્રકાશવાળા ભાગમાં વધારે રહે અને અંધારાવાળા ભાગમાં ઓછું રહે. આનો અર્થ એ થાય કે તે સ્થળે દિવસ લાંબા અને રાત ટુંકી થાય. વળી તેના ભાગની ઉપર સૂર્યનાં કિરણ સીધાં અને ઊભાં પડે. સીધાં પડતાં કિરણ અમુક જગામાં જેટલાં પડી શકે તેના કરતાં ત્રાંસા પડતાં કિરણ ઓછાં પડે એ દેખીતું છે. આવાં કારણોથી પૃથ્વીના સૂર્ય તરફ નમેલા ભાગમાં ઉનાળો થાય છે અને તેનાથી દૂર ઢળેલા ભાગમાં એથી ઉલટું થાય છે અને તેથી ત્યાં શિયાળો થાય છે. જ્યારે પૃથ્વીના બન્ને છેડા સૂર્યથી સરખે અંતરે આવેલા હોય છે એટલે કે એક પણ છેડો તેના તરફ નમેલો હોતો નથી, ત્યારે તેના બરાબર અર્ધા ભાગ પર સૂર્યનું તેજ પડે છે અને બાકીનો ભાગ અંધારામાં રહે છે. આથી એવે વખતે આખી પૃથ્વી પર રાત દિવસ સરખાં થાય છે, અને તેથી હવા સમધાત રહે છે. પૃથ્વી પર આ પ્રકારની ઋતુઓ થાય છે તેથી પૃથ્વી, ઉપર વર્ણવ્યું છે તેમ રહી સૂર્યની આસપાસ ફરતી હોવી જોઇએ. ટુંકામાં પૃથ્વીની ધરી તેની કક્ષા જોડે ૨૩½° નો ખુણો કરે અને તે છેડો હંમેશાં તેની કક્ષાની બહાર આવેલા કોઇ નક્ષત્ર તરફ રહે, એવી રીતે તે સૂર્યની આસપાસ ફરે છે.



પૃથ્વીના કટિબંધો.

જો બપોરના બાર વાગે તમે તમારો પડછાયો જોશો તો જણાશે કે બપોરે પણ સૂર્ય બરોબર માથા ઉપર હોતો નથી, પણ સહેજ દક્ષિણમાં હોય છે. વિષુવવૃત્તથી જેમ ઉત્તરમાં જઇએ, તેમ સૂર્ય બપોરે બરાબર માથા પર હોવાને બદલે વધારેને વધારે પ્રમાણમાં દક્ષિણ તરફ આવેલો જણાય છે. દક્ષિણ ધ્રુવમાં આથી ઉલટું જોવામાં આવે છે. વિષુવવૃત્તથી દક્ષિણે જતાં બપોરે સૂર્ય ઉત્તર તરફ આવેલો જણાય છે. વિષુવવૃત્ત આગળના પ્રદેશમાં સૂર્ય બારે માસ બપોરના માથા પર હોય છે અને તેનાથી ઉત્તરે અને દક્ષિણે ૨૩½° સુધીના પ્રદેશમાં વર્ષમાં બે વાર સૂર્ય બરાબર માથા પર આવે છે. વિષુવવૃત્ત તથા તેની બંને બાજુ ૨૩½° સુધીનો પ્રદેશ **ઉષ્ણ કટિબંધ** કહેવાય છે. કારણકે તે પ્રદેશમાં આખું વર્ષ તાપ વધારે પડે છે, અને ઋતુઓના ફેરફાર જોવામાં આવતા નથી. ઉષ્ણ કટિબંધની બન્ને બાજુ અને તેની તથા ધ્રુવ પ્રદેશની વચ્ચે આવેલી પટીઓ **સમશીતોષ્ણ કટિબંધ** કહેવાય છે. આ પ્રદેશમાં ઉષ્ણ કટિબંધ જેટલી ગરમી પડતી નથી, અને શિયાળો તથા ઉનાળો એવી બે સ્પષ્ટ ઋતુઓ જોવામાં આવે છે. આ પ્રદેશોથી માંડી ધ્રુવ સુધીનો પ્રદેશ **શીતકટિબંધ** કહેવાય છે. એ પ્રદેશમાં અત્યન્ત ટાઢ પડે છે. ૭ માસ સૂર્ય બીલકુલ જણાતો નથી અને ૭ માસ બીલકુલ આથમતો નથી. આ કારણથી એ પ્રદેશને "મધ્ય રાત્રિના સૂર્યનો પ્રદેશ" કહે છે.

પૃથ્વી અને સૂર્ય મંડળ.

આપણે જોયું કે આપણી પૃથ્વી સૂર્યની આસપાસ ફરે છે. માત્ર પૃથ્વી જ નહિ પણ બુધ, શુક્ર, મંગળ, ગુરુ, શનિ, યુરેનસ અને નેપચ્યુન એટલા ગ્રહો તથા બીજા કેટલાક ગ્રહ ખંડો પણ સૂર્યની આસપાસ ગોળ ફરે છે. ચન્દ્રને ગ્રહમાં ગણ્યો નથી પણ પૃથ્વીનો **ઉપગ્રહ** ગણ્યો છે. અંગ્રેજી ખગોળવિદ્યા પ્રમાણે પૃથ્વી સાથે કુલ આઠ ગ્રહ થયા અને સૂર્ય નવમો. આપણા જ્યોતિષ શાસ્ત્રમાં નીચે મુજબ નવ ગ્રહો ગણેલા છેઃ સૂર્ય, ચન્દ્ર, મંગળ, બુધ, ગુરુ, શુક્ર, શનિ, રાહુ અને કેતુ. ઉપર ગણાવેલા બધા ગ્રહો સૂર્યની આસપાસ ફરે છે તેથી તે જાણે સૂર્યના કુટુંબી હોય અથવા બાળ બચ્ચાં હોય એમ જણાય છે. આ કારણથી એ બધાને સૂર્યમંડળ એવું નામ આપવામાં આવ્યું છે.

સૂર્યમંડળમાં વર્ણવેલા ગ્રહો બધા પશ્ચિમથી પૂર્વ તરફ સૂર્યની આસપાસ ફરે છે. સૂર્યનું કદ પૃથ્વી કરતાં ઘણું મોટું છે. ખગોળ શાસ્ત્રીઓની ગણત્રી પ્રમાણે સૂર્ય પૃથ્વી કરતાં તેર લાખ ઘણો મોટો છે; પણ આપણાથી નવ કરોડ સતાવીશ લાખ માઇલ જેટલો દૂર હોવાથી તે આપણને નાનો જણાય છે. ખગોળશાસ્ત્રીઓ એમ પણ કહે છે કે અંધારી રાતે આકાશમાં નેત્રપલ્લવી રચી ચમકતા તારાઓમાંનો દરેક એક એક મોટો સૂર્ય છે. એ તારામાંના કેટલાક તો આપણા સૂર્ય કરતાં ઘણા જ મોટા છે. વળી આપણાથી તેમનું અંતર એટલું બધું છે કે તે બતાવવા માટે આપણી પાસે આંકડા પણ નથી. એકાદ અંધારી રાતે આકાશમાં તારા અને નક્ષત્ર ઝગઝગતાં હોય અને આપણી ચોમેર ફરતું વિશાળ મેદાન આવેલું હોય તે વખતે જો આખા વિશ્વના કદનો અને વિવિધ તારાઓના કદનો વિચાર કરવા બેસીએ તો ખરેખર બુદ્ધિ દંગ્ મૂઢ થઈ જાય છે ! એવી વખતે માણસના મન ઉપર વિશ્વની અનન્તતાનો, ઈશ્વરની અનન્ત શક્તિનો અને પોતાની ક્ષુદ્રતાનો ખ્યાલ આવે છે. અનન્ત વિસ્તાર-

વાળું વિશ્વ, તેમાંનો એક ઘણો જ નાનો ભાગ તે માણુસને વિસ્મય પમાડતું સૂર્યમંડળ, માણુસને મન મોટી જણાતી પૃથ્વી એ સૂર્ય-મંડળનું નાનું બચ્ચું; મહાન દેખાતો સમુદ્ર પૃથ્વીના ખાડામા ભરાયલું પાણી, માણુસને મન મહાન કારીગીરિના પરિણામ રૂપ મોટી આગબોટ તે એ સમુદ્ર ઉપરનું એક ટપકું, તે આગબોટ પર બેસનાર માણુસ એક અત્યન્ત ક્ષુદ્ર નાનું બિન્દુ–છતાં તેનું અભિમાન તો જુઓ ! તે પોતાની જાતને આખા વિશ્વનું કેન્દ્ર માને છે! દુનિયા બધી હું ચલાવું છું એમ માને છે અને આખા વિશ્વના વહીવટની ઑફિસ પોતાના મગજમાં છે એમ સમજે છે! વિચારશીલ વાંચનારે આ પરથી ઘણો ઘડો લેવાનો છે, અને અનન્ત વિશ્વમાં પોતાનું સ્થાન ક્યાં છે તે બરોબર અને હંમેશાં યાદ રાખવાનું છે. માણુસની શક્તિઓ આમ પરિમિત છે છતાં ઇશ્વરે કૃપા કરી તેને બુદ્ધિ અને શક્તિ બક્ષ્યાં છે અને તેની સહાયથી તે બધી કુદરતી શક્તિઓ પર કાબુ મેળવી શકે છે એટલુંજ નહિ, પણ વિશ્વમાં વ્યાપેલી મહાન શક્તિનો તથા પોતાના યથાર્થ સ્વરૂપનો અનુભવ કરી શકે છે.

પૃથ્વીનો સામાન્ય દેખાવ.

આપણી પૃથ્વીની આસપાસ હવાનું પડ આવી રહેલું છે તેને આપણે **વાતાવરણ** કહીએ છીએ. એ વાતાવરણ નીચે આવેલી પૃથ્વીની સપાટીના આપણે જળ અને જમીન એવા બે ભાગ કરી શકીએ છીએ. પૃથ્વીની સપાટીનો લગભગ પોણો ભાગ સમુદ્રથી ઢંકાયલો છે, અને બાકીનો પા ભાગ સુકી જમીન છે. જળ અને જમીનની વહેંચણીનો આ સંબંધ ખાસ કરીને દક્ષિણ ગોળાર્ધમાં વધારે સ્પષ્ટ રીતે જણાય છે. તે ગોળાર્ધમાં લગભગ બધો સમુદ્ર જ છે એમ કહેવામાં વાંધો નથી. ઉત્તર ગોળાર્ધમાં જાણે બધી સુકી જમીન આવી ગઇ હોય એમ આપણે જોઈ શકીએ છીએ. એ ઉત્તર ભાગમાં આવેલી જમીનના બે સ્પષ્ટ ટુકડા થાય છે. એક ટુકડામાં અમેરીકા આવી જાય છે અને બીજામાં યુરોપ,

એશિયા અને આફ્રિકા આવી જાય છે. આ બન્ને ટુકડાઓને તપાસતાં જણાય છે કે તેમના દક્ષિણ છેડા બહુ જ સાંકડા થઇ ગએલા છે. પૃથ્વીના આવા મોટા ટુકડાને 'ખંડ' એવું નામ આપવામાં આવે છે.

દરિયા અને જમીનની સરખામણી.

દરિયાની સપાટી એક સરખી અને ઉંચા નીચા ભાગ વગરની સમતલ હોય છે. જમીનની સપાટી એવી સમતલ હોતી નથી. તેની પર ઉંચા પર્વતો અને ઉંડી ખીણના પ્રદેશો જોવામાં આવે છે. દરિયાના ગમે તેટલા નાનાં મોટા ફાંટા હોય અને તે જમીનમાં ગમે તેટલા ઉંડા ઘુસી ગએલા હોય પણ તે બધા મળી એક અખંડ જળ સમૂહ બને છે, અને અમુક એક જગાએથી નીકળેલું વહાણ દરિયાના કોઈ પણ બીજા ભાગમાં જઇ શકે છે. ચોમેર જમીનથી ઘેરાએલો દરિયાનો કોઇ ભાગ હજુ જોવામાં આવ્યો નથી. આવું અખંડપણું જમીનના સંબંધમાં દેખાતું નથી. રથમાં બેસી એશિયામાંથી નિકળી દરિયો ઓળંગ્યા વગર અમેરીકા કે ઓસ્ટ્રેલિયા જવાનું બની શકે નહિ. સમુદ્ર વચ્ચે આવવાથી જમીનનો સમૂહ ખંડિત થએલો છે, અને તેને પરિણામે યુરોપ, એશિયા, આફ્રિકા અને અમેરીકા એવા ચાર ખંડો આપણે કલ્પી શકીએ છીએ. સમુદ્રના આવા સ્પષ્ટ ખંડો પડેલા જોવામાં આવતા નથી તો પણ સગવડની ખાતર તેના જુદા જુદા ભાગ કલ્પી તેમને તેમની મર્યાદા રૂપ જમીનના ભાગ ઉપરથી નામો આપવામાં આવ્યાં છે. આ પ્રમાણે એશિયાના પૂર્વ કિનારા અને અમેરીકાના પશ્ચિમ કિનારાની વચ્ચે આવેલા મોટા જળ સમૂહને ' પાસિફિક મહાસાગર ' એવું નામ આપવામાં આવ્યું છે. તે મહાસાગરના, વિષુવવૃત્તની ઉત્તરે આવેલા ભાગને ઉત્તર પાસિફિક મહાસાગર અને દક્ષિણે આવેલા ભાગને દક્ષિણ પાસિફિક મહાસાગર કહેવામાં આવે છે. યુરોપ અને આફ્રિકાના પશ્ચિમ કિનારા અને અમેરીકાના પૂર્વ કિનારા વચ્ચે આવેલો મહાસાગર

'**આટલાન્ટિક મહાસાગર**' કહેવાય છે. તેના પણ ઉત્તર અને દક્ષિણ એવા બે ભાગ પડી જાય છે. યૂરોપ અને એશિયા જોડાયલા હોવાથી તે ભાગમાં ઉત્તર ધ્રુવથી દક્ષિણ ધ્રુવ સુધી જતો કોઈ મોટો જળ સમૂહ જોવામાં આવતો નથી. એ ખંડની દક્ષિણે આફ્રિકાથી ઑસ્ટ્રેલિયા સુધી અને છેક દક્ષિણ ધ્રુવની નજીક સુધી મહાન '**હિન્દી મહાસાગર**' આવેલો છે. આ ઉપરાંત આટલાન્ટિક મહાસાગરના ઉત્તર ધ્રુવ તથા દક્ષિણ ધ્રુવ આગળના ભાગને **ધ્રુવ સમુદ્રો**નાં નામ આપવામાં આવેલાં છે.

પ્રકરણ ૨ જું

પૃથ્વી તથા તેનાં આવરણ.

કાંદામાં એકની ઉપર બીજું એમ અંદરથી માંડી બહાર સુધી ઘણાં પડ હોય છે, તેમ પૃથ્વીનાં પણ ત્રણ પડ સહેજે કલ્પી શકાય છે. એ ત્રણ પડ અથવા આવરણ તે ભૂમિનું પડ, જળનું પડ તથા વાયુ અથવા હવાનું પડ છે. એ ત્રણેમાં સ્વરૂપ, સ્વભાવ, વિસ્તાર તથા વહેંચણ જુદાં છે, પરંતુ તેઓ એક એક ઉપર ઘણી અસર કરે છે. એ અસરને પરિણામે જુદા જુદા બનાવ તથા દેખાવો બને છે. તે બાબત હવે આપણે વિચાર કરવાના છીએ, તેથી એ ત્રણ પડની કંઈક સામાન્ય માહિતી મેળવી લઈએ.

આ ત્રણે પડ એક એક પર કાર્ય કરી રહ્યાં છે. દુનિયાનાં બધાં જળાશયની ઉપર વાયુનું પડ આવેલું છે, તેથી ગરમીની અસરથી જળાશયોનાં પાણીની જે કંઈ વરાળ બને છે તે બધી વાયુના પડમાં અથવા વાતાવરણમાં જ જાય છે. વાતાવરણની ગરમી ઓછી થતાં તેમાંની બધી વરાળ અથવા તેમાંનો ઓછો કે વધારે ભાગ ધુમસ, ઝાકળ, વરસાદ તથા હિમના રૂપમાં પ્રથમ જમીન પર અને ત્યાંથી વધારે ઓછા પ્રમાણમાં પાછો તે જળાશયોમાં જ જાય છે.

જળાશયોનું પાણી વરાળ થઇ વાતાવરણમાં જાય છે, અને વાતાવરણના વાયુઓ ઓછા વધારે પ્રમાણમાં જળાશયના પાણીમાં ઓગળેલા હોય છે. પૃથ્વી પર વહેતું જળ તેને ખણે છે, ખોદે છે તથા ધસડી જાય છે, તો એ ધસડાએલો પૃથ્વીના શરીરનો છોલ જળાશયોને પુરી નાંખે છે. પૃથ્વી પરના ખડક હવામાંના વાયુઓને શોષી લઈ કેદ કરે છે, તો વીફરેલો વાયુ પૃથ્વી પરની ધૂળ ઉરાડી મેલી મોટો ધૂળકોટ બનાવે છે. આ પ્રમાણે પૃથ્વીનાં આ ત્રણે પડ નિરંતર માંહોમાંહે ગડમથલ કર્યા જ કરે છે. એમની આપલેની ધમાલ દુનિયામાં મોટામાં મોટી પેઢીની ધમાલને ભૂલાવે એવી હોય છે. પણ આપણી આસપાસ બનતા ચમત્કારો સમજવા જેટલાં અવલોકનશક્તિ તથા તર્ક બુદ્ધિ ખીલેલાં નહિ હોવાથી કુદરતનો એ ભવ્ય રાસ, એ ઉશ્કેરણી ભર્યા 'સીનેમા'ની મઝા આપણે અનુભવી શકતા નથી.

વાતાવરણની ઘટના:—વાતાવરણ અથવા હવા વિવિધ વાયુઓનું મિશ્રણ છે. એ બધા વાયુઓ હવામાં અમુક ચોક્કસ પ્રમાણમાં ભળેલા હોતા નથી. એમના પ્રમાણમાં ફેરફાર પડે છે, પણ તે ઘણો જ સ્વલ્પ હોય છે. હવાના વાયુમાં મુખ્યત્વે **ઑક્સીજન** તથા **નાઇટ્રોજન** વાયુઓ છે. હવાનો ૯૮·૫ જેટલો ભાગ એ વાયુઓનો છે. **કાર્બનડાયોક્સાઇડ** એ હવામાંનો બીજો એક અગત્યનો વાયુ છે, પણ તેનું પ્રમાણ ઘણું નાનું છે. આ ત્રણ વાયુઓ ઉપરાંત હવામાં હાઇડ્રોજન, એમોનિયા તથા નાઇટ્રિકએસિડ એ વાયુઓ પણ હોય છે, પણ તે બહુ જ નાના, નહિ જેવા પ્રમાણમાં. ઉપરની ઘટના શુદ્ધ હવાની છે. ઘીચ વસ્તી તથા જાતજાતનાં કારખાનાંઓથી બગડેલી શહેરોની હવામાં ગંધકનાં સંયુક્ત દ્રવ્ય તથા ઉદ્યોગ ધંધાને અંગે પેદા થએલી અનેક અશુદ્ધિઓ ભળેલી હોય છે. જ્વાળામુખી ફાટે છે ત્યારે તેના મુખમાંથી કેટલાક વાયુઓ અસાધારણ પ્રમાણમાં નીકળે છે, અને તેમનાથી તે જગાની આસપાસની હવાની ઘટના કેટલાક સમય માટે બદલાઈ જાય છે.

હવાની ઘટનાનો કોઠો.

નાઇટ્રોજન	૭૭·૯૧	ઑક્સીજન	૨૦·૬૬
કાર્બન ડાયોક્સાઇડ	૦·૦૩	પાણીની વરાળ	૧·૪૦
એમોનિયા	અંશમાત્ર	નાઇટ્રિક એસિડ	અંશમાત્ર

હવાની અંદર આ વાયુઓ ઉપરાંત ધૂળનાં રજકણ, ફુલોનો પરાગ, રૂ, ઊન વગેરે દ્રવ્યોનાં ઘણાં નાનાં અણુઓ, તેમજ વિવિધ જંતુઓ, અશુદ્ધિ રૂપે ઝુલતાં રહે છે. જળાશયોમાંથી હવામાં વરાળ દાખલ થાય છે, અને હવા ઠંડી પડતાં તેજ વરાળ પાછી પાણીરૂપે તેમાંથી છુટી પડે છે, તેથી હવાની અંદર પાણીની વરાળનું પ્રમાણ નિરંતર બદલાતું રહે છે.

હવાનાં ઘટકોનાં કર્મ તથા અગત્ય:—હવામાંનો ઑક્સીજન વાયુ કુદરતમાં બહુ અગત્યનો ભાગ ભજવે છે.

ઑક્સીજન બધી સજીવ સૃષ્ટિને તે ટકાવી રાખે છે. કોઇ સજીવ દેહી હવા વગર જીવી શકતું નથી. ઑક્સીજન વગરની હવા પ્રાણીઓના શ્વાસોચ્છ્વાસના કામમાં આવી શકતી નથી. આ વાયુ પર જીંદગીનો આધાર છે, એટલુંજ નહિ પણ એના વગર દીવો તથા દેવતા પણ બળી શકતાં નથી. આ વાયુ બહુ ચપળ હોવાથી ઘણાં ખરાં તત્ત્વ દ્રવ્યો જોડે સહેલથી સંયોજાઈ જાય છે. પૃથ્વીનો પોપડો બનાવનાર જાતજાતનાં ખડકનાં દ્રવ્યો જોડે એ વાયુ સંયોજાય છે, ત્યારે તે ખડક પર સહેલથી ભાંગી જાય એવી પોપડી બંધાય છે, અને એમ થઈ ધીરે ધીરે તે આખો ખડક ખવાઇ જાય છે. ગાજવીજનાં તોફાન વખતે હવામાંથી વિજળીના ઝબુકા પસાર થાય છે, ત્યારે તેની અસરથી ઑક્સીજન વાયુનાં અણુઓ ઘટ્ટ રીતે મળી જઇ ઑઝોન નામનો વાયુ બને છે. એ વાયુ સાધારણ ઑક્સીજન કરતાં ઘણો જ વધારે જલદ અથવા ચપળ છે. કહોતાં, સડતાં વનસ્પતિ તથા પ્રાણી દ્રવ્યોનું ને ઝટ વિઘટ્ટન કરે છે અને એ રીતે હવાને શુધ્ધ કરે છે.. હવાના રોગી કે નિરોગીપણાનો આ-

ધાર તેની અંદરના ઑઝોન વાયુના પ્રમાણ ઉપર છે. ઘીચ વસ્તી-વાળાં શહેરોમાં એ વાયુનું પ્રમાણ ઘણું ઓછું હોય છે, અને છૂટથી ફૂંકાતી દરિયાની ગુંજવાળી હવામાં તે વધારે હોય છે.

નાઇટ્રોજન નાઈટ્રોજન વાયુ પોતે બહુ જ દળદરી છે. એ ભાગ્યે જ બીજા કોઇ તત્ત્વ જોડે ભળે છે. એનો સ્વભાવ એકલશૂરો છે. એ ધા મારીને કંઇ પણ કામ કરતો નથી. ઠંડુ પાણી ઉમેરવાથી ગરમ પાણી સહેતું થાય છે, તેમ આ વાયુના ભળવાથી ઑક્સીજનનું જલદપણું કમી થાય છે.

કાર્બન ડાયોક્સાઈડ કાર્બનડાયોક્સાઇડ વાયુનું પ્રમાણ હવામાં ઘણું જ થોડું—દશ હજાર ભાગે ત્રણ ભાગ જેટલું જ છે, છતાં પણ તેની અગત્ય ઘણી છે. સૂર્યના પ્રકાશની અસર નીચે લીલી વનસ્પતિઓ એ વાયુને શોષી લઇ તેમાંના કાર્બનને પોતાનું શરીર બાંધવાના કામમાં લઇ ઑક્સીજનને બહાર કાઢી નાંખે છે. હવામાં અલ્પ પ્રમાણમાં રહેલો આ વાયુ આવી રીતે લીલી વનસ્પતિને ઘણો ઉપયોગી છે અને થોડો છતાં તેમની જરૂરીઆત માટે પુરતો છે. માણસના શ્વાસોચ્છ્વાસમાં તેમજ કોઇ પણ જાતના બળતામાંથી, અને ઘણી વાર જ્વાળામુખીઓમાંથી આ વાયુ હવામાં ભળે છે. એ ઘણો ભારે વાયુ છે. એ શ્વાસોચ્છ્વાસના કામમાં આવતો નથી. એની અંદર જીવતાં પ્રાણી તરત મરી જાય છે. હવામાં એનું પ્રમાણ ઘણું નાનું છે, પણ ઘીચ વસ્તીવાળાં શહેરોમાં તથા વાયુનો છૂટથી સંચાર થતો ન હોય એવાં બંધીઆર મકાનોમાં એનું પ્રમાણ ઘણું વધી જાય છે, અને ઘણી વાર દશ હજાર ભાગે છ કે સાત ભાગ જેટલું એટલે લગભગ બમણું થઇ જાય છે. નાટકશાળા તથા ભાષણના મેળાવડાઓમાં તો તેનું પ્રમાણ દશ હજાર ભાગે ૨૭ ભાગ જેટલું થઈ જાય છે. આ વાયુના વધેલા પ્રમાણથી અશુધ્ધ થએલી હવામાં લાંબો વખત રહેવાથી શરીરની સુખાકારી બગડે છે. આ વાયુ ભારે છે તથા બળતાને મદદ કરતો

નથી, તેથી આગ ઓલવવાના કામમાં તેનો ઉપયોગ આજકાલ કરવામાં આવે છે.

બાષ્પ

આપણી આસપાસની હવા ગમે તેટલી સુકી લાગતી હોય તો પણ તેમાં ઓછા વધારે પ્રમાણમાં પાણીની વરાળ હોય છે. આપણે બધા જાણીએ છીએ કે ઉકાળવાથી પાણી વરાળ રૂપ ધારણ કરે છે. પરંતુ પાણી ઉકળે તો જ વરાળ બને એવું નથી. સાધારણ ગરમીએ પણ ઓછા વધારે પ્રમાણમાં પાણીની વરાળ થયા જ કરે છે. હવામાં પાણીની વરાળ છે, એ બહુ સહેલથી બતાવી શકાય છે. એક કાચના પ્યાલામાં પાણી ભરી તેમાં થોડા બરફના ગાંગડા નાખો એટલે થોડી જ વારમાં તે પ્યાલાની બહારની બાજુ ઝાકળ જેવાં ઝીણાં ઝીણાં મોતીઆં બાઝશે. પ્યાલાની બહારની બાજુ જામેલું આ પાણી પ્યાલાની ભીંત ભેદી આવેલું નથી, પરંતુ તેને અડકી રહેલી હવામાંની વરાળ બરફથી ઠંડી પડીને તેની પર એ રૂપમાં જામી જાય છે. આ જ કારણથી શિયાળામાં આપણાં નાક તથા મોંમાંથી શ્વાસ કાઢતાં તે ધુમસના વાદળ જેવો દેખાય છે. આપણા શ્વાસના વાયુમાં હંમેશાં ઓછા વધારે પ્રમાણમાં પાણીની વરાળ હોય છે. વનસ્પતિઓનાં પાંદડાંમાંથી પણ નિરંતર વરાળ નિકળ્યા જ કરે છે. સૂર્યના તાપથી તપતાં જળાશયનાં પાણી પણ ધીરે ધીરે વરાળનું રૂપ ધારણ કરે છે. આ બધાં મૂળમાંથી પાણીની વરાળ વાતાવરણના વાયુમાં ઉમેરાયા કરે છે. હવાની અંદરની વરાળનો જથો તથા તેની ગરમી વચ્ચે અમુક ચોક્કસ સંબંધ હોય છે. અમુક ગરમીએ હવામાં વરાળનો અમુક જથો સમાઇ શકે છે. જો હવા વધારે ગરમ થાય તો તેમાં વધારે વરાળ સમાઇ શકે, અને જો તે ઠંડી પડે તો તેમાંની કેટલીક વરાળ પાણીરૂપે બહાર નીકળી જાય. જેમ હવા વધારે ગરમ તેમ તેમાં વધારે વરાળ સમાઈ શકે.

હવાની અંદર રહેલી પાણીની વરાળની અગત્ય તો દેખીતી છે..

હવાની ભીનાશનો આધાર તેની ઉપર છે. વરસાદ, ધુમસ, ઝાકળ વગેરે બધાં એને જ લીધે થાય છે. એ ન હોય તો હવા સુકીસટ થઈ જાય. ઝાડ પાનને સુકાટ લાગે; નદી, તળાવ, ઝરણાં જેવું કંઇ જ થાય નહિ.

ઝુલતી અશુદ્ધિ

. ઉપર વર્ણવેલા ચાર મુદ્દાના વાયુઓ ઉપરાંત જાત જાતનાં નાનાં મોટાં નક્કર કણ ઝુલતી અશુદ્ધિ રૂપે હવામાં રહેલાં હોય છે. બારી બારણાં બંધ કરી અંધારા કરેલા ઓરડામાં છાપરામાંથી પડતાં ' એરિયાં ' જોશો તો તેની અંદર આવાં અસંખ્ય કણો દેખાશે. માત્ર એરિયામાં જ નહિ પણ આખા ઓરડાની હવામાં એ જ પ્રમાણે રજ-કણો હોય છે. પણ ઓરડામાં બધે અજવાળું હોવાથી તે દેખાતાં નથી. આ રજકણોમાંનો ઘણો મોટો ભાગ તો ખનિજ દ્રવ્યોની ધૂળનાં સૂક્ષ્મ કણનો બનેલો હોય છે, પણ તે ઉપરાંત પુષ્પોનો પરાગ, સૂક્ષ્મ અંકુરો, રૂ, ઉન વગેરેની ઝીણુ વગેરે વિવિધ જાતનાં કણ પણ હોય છે. હવાની અંદર થતા પ્રવાહોની અસરથી એ સૂક્ષ્મ રજકણો આખા વાતાવરણમાં વ્યાપી જાય છે. વાતાવરણનો ભાગ્યે જ કોઇ ભાગ એવા કણ વગરનો હશે. મિ૦ જોન એટકિન નામના એક વિજ્ઞાનીએ અમુક હવાના નમુનામાંથી એવાં રજકણોને છૂટાં પાડી ગણી કાઢવાની યોજના શોધી કાઢી છે. હવાની અંદરથી એ રજકણોને દૂર કરવાનું બની શકે એમ નથી, પરંતુ દર ચોમાસે વરસાદ એ કામ કરે છે. વરસાદ હવાને ધોઇ ચોકખી કરે છે. વરસાદના પાણીના એક ટીપાને દેવતા પર ગરમ કરી તેનું પાણી ઉરાડી મૂકીએ તો કેટલાંક નક્કર રજકણો પાછળ રહેલાં દેખાય છે. એ રજકણોને સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર નીચે તપાસતાં તેમાં ધૂળ તથા કાજળનાં અસંખ્ય કણ તેમજ મીઠા તથા બીજા ક્ષારનાં કણ પણ જણાય છે.

હવાની અંદર અશુદ્ધિ રૂપે ઝુલતી ધૂળ ગૃહિણીઓને બહુ ત્રાસ આપે છે. ઘરને સાફ અને ચોકખું રાખવાની તેમની મહેનત ઉપર

પાણી ફેરવે છે. ક્યાંક. ક્યાંક તે પાતળા થરમાં મેજ તથા બીજી જંગાઓ પર પથરાઇ જઇ હેરાન કરે છે. જોરથી વાતા પવન જોડે ઉડતી વૈશાખ જેઠની ધુળ આંખ તથા મોંને પુરી નાંખે છે. એ ધુળને માટે બધા અકળામણના ઉદ્દગાર કાઢે છે. પણ એ ધુળ કેટલી કિંમતી છે એ તેઓ જાણતા નથી. નાનામાં નાનો ધૂળનો કણ કુદરતનો અજબ અરીસો છે. એની ઉપર પડેલાં તેજનાં કિરણ પરાવર્તન પામે છે. ઓરડાની બહાર આવેલા આવા અસંખ્ય અરીસાઓને લીધે જ આપણા ઓરડામાં અજવાળું આવે છે. જો હવામાં એ રજકણો ન હોય તો બહાર સૂર્ય પ્રકાશતો હોય છતાં ઓરડામાં તો અંધારૂં જ રહે, અને સૂર્યનાં સીધાં કિરણ આવે તો જ અજવાળું થાય. સૂર્યના તેજને બધે પહોંચાડનાર તથા ફેલાવનાર આ ધૂળનાં રજકણો જ છે. આ ઉપરાંત એ ઝીણું કણ સૂર્યનાં સાત રંગનાં બનેલાં કિરણોને માટે ગરણાં રૂપ થાય છે. સૂર્યમાંથી આવતાં કિરણ આ રજકણવાળી હવામાં થઇ પસાર થાય છે, ત્યારે તેઓ ગળાઈ જાય છે. લાલ નારંગીઓ વગેરે મોટાં મોજાંવાળાં કિરણો તેમાંથી આગળ જઇ શકે છે, પણ નાનાં મોજાંવાળાં બીજા રંગનાં કિરણો તેમ પસાર થઇ શકતાં નથી. તેથી સૂર્યોદય તથા સૂર્યાસ્ત વખતે ચળકતા લાલ, ગુલાબી, કીરમજી, નારંગીઆ, સોનેરી વગેરે રંગોની ઝળકથી વાદળાં રંગાઇ રહે છે, અને ઘણા મનહર સુંદર દેખાવો જોવામાં આવે છે. સૃષ્ટિસૌન્દર્યનાં એ અનુપમ દશ્યોનું કારણ પેલી આપણે ધિક્કારેલી, આપણને ત્રાસ આપતી ધૂળ જ છે. આપણા ઓરડામાં અજવાળું થાય છે, આકાશનો સ્વચ્છ ઘેરો ભુરો રંગ દેખાય છે, તથા સૂર્યાસ્તની સુંદર અસર થાય છે તે બધા ધૂળના જ પ્રતાપ! એ જ ધૂળનાં કણને ચોંટેલાં વિવિધ જંતુઓ જાત જાતના રોગ પેદા કરે છે, તથા તેનાથી જ દૂધ ફાટી જાય છે અને ઘણાં દ્રવ્યો કોહી કે સડી જાય છે. ઇશ્વરની કુદરત અજબ છે!

વાતાવરણનો વિસ્તાર અથવા ઉંચાઇ:—વાતાવરણના

પડનો વિસ્તાર કેટલો છે તે ચોક્કસ રીતે કહી શકાય એમ નથી, કારણકે પ્રત્યક્ષ રીતે તેનું માપ કાઢવાનું કંઇ સાધન નથી. બલુનો તથા વિમાનોની મદદથી પણ પાંચ કે છ માઇલથી વધારે ઉંચે હવાની સ્થિતિનું અવલોકન કરી શકાય એમ નથી, કારણકે એ ઉંચાઇએ હવા એટલી બધી પાતળી થઇ જાય છે કે તેમાં માણસ ભાગ્યે જ જીવી શકે! આ સ્થિતિમાં આડકતરી રીતે એ બાબતનો નિર્ણય કરવામાં આવે છે. આસો તથા કારતકની કોઇ અંધારી રાતે આકાશ તરફ નજર કરશો તો તેમાં ઘણા ખરતા તારા નજરે પડશે. એવા ખરતા તારાની લાંબી તેજરેખાઓથી આકાશ ઘણું ભવ્ય લાગે છે. આ ખરતા તારાઓ પોતે જાતે પ્રકાશવાન હોતા નથી. તે તો તેજહીન દ્રવ્યના બનેલા હોય છે. તેમનાં ઝુંડનાં ઝુંડ આકાશમાં ફરતાં રહે છે. એવા ઝુંડમાંના કોઇ એકની પાસે થઇને પૃથ્વી પસાર થતી હોય છે, ત્યારે તે ઝુંડમાંના કેટલાક પૃથ્વીના ખેંચાણથી તેની તરફ ખેંચાઇ આવે છે. આમ ખેંચાઇ આવતા તે ટુકડાઓ ઘણા વેગથી પડતા આપણી પૃથ્વીના વાતાવરણની અંદર દાખલ થાય છે, ત્યારે તેની જોડેના ઘર્ષણથી ગરમ થઇ સળગી ઉઠે છે, અને પ્રકાશિત બને છે. આ પ્રમાણે તેજસ્વી બનેલા ખરતા તારાનાં સ્થાન તથા ગતિની દિશાનું બે જુદે જુદે સ્થળેથી અવલોકન કરવાથી તેની ઉંચાઈ જણાય છે. વાતાવરણમાં આવ્યા પછી તે તેજસ્વી થાય છે એ ઉપરથી વાતાવરણની ઉંચાઇનો ખ્યાલ આવે છે. આ રીતે તપાસતાં વાતાવરણની ઉંચાઇ આશરે ૨૦૦ માઇલ જેટલી અડસટવામાં આવી છે.

વાતાવરણની ગરમી તથા ઘટ્ટપણાની સ્થિતિ:— પૃથ્વીની આસપાસનું વાતાવરણનું પડ બધું એક સરખું ઘટ્ટ નથી. પૃથ્વીની સપાટી આગળના થર પર આખા પડનો ભાર હોવાથી તે વધારે ઘટ્ટ હોય છે; પણ જેમ જેમ ઉંચે ચઢતા જઇએ છીએ, તેમ તેમ વાતાવરણની હવા પાતળી પડતી જાય છે. આ કારણથી પર્વતની

ટોચ આગળની હવામા શ્વાસ લેતાં મુશ્કેલી નડે છે, અને તેથી પર્વતો ચઢનાર પોતાની જોડે ઑક્સીજન વાયુનાં પીપ લઈ જાય છે, તથા ઑક્સીજન વાયુ પુરો પાડનાર 'પોટેશિયમ ક્લોરેટ' નામની દવા પીએ છે. પાતળી હવામાં શ્વાસ લેતાં તકલીફ પડવાનું કારણ એ છે કે વાતાવરણના દબાણથી આપણા લોહીમાં ઓગળેલા વાયુઓ તે દબાણ ઓછું થતાં છૂટા પડી જાય છે. હવાનું દબાણ અથવા ભાર ઘટવાની બીજી અસર એ થાય છે કે એટલી ઉંચાઇએ આપણે રોજની પેઠે રસોઈ કરી શકતા નથી; દેવતા પર મૂકેલું પાણી ઓછી ગરમીએ ઉકળવા માંડે છે. તળેટીમાં પાણી ૧૦૦° (સે.) અંશ જેટલું ગરમ થયા પછી ઉકળવા માંડે છે, પણ ટોચ આગળતો ૮૫ કે ૯૦ અંશે ઉકળવા માંડે છે. હવે પાણીનો એવો નિયમ છે કે ઉકળતી વખતે તેની ગરમી એક સરખી રહે છે; એટલે કે જો ૯૦ અંશે તે ઉકળવા માંડે તો પછી તે બધું પાણી વરાળ થઇ જાય ત્યાં સુધી એની તળે ગમે તેટલો તાપ કરો તોપણ તેની ગરમી જરા પણ વધશે નહિ. હવે ધાન્ય ચડવા માટે પાણી ૧૦૦° જેટલું ગરમ જોઇએ, એટલે એથી ઓછી ગરમીએ તે કેવી રીતે ચડે? આમ હોવાથી ખાસ બનાવટનાં વાસણ વાપર્યા વગર ત્યાં રસોઇ થઈ શકે નહિ. એવાં વાસણમાં ઉના થતા પાણી ઉપર સારી પેઠે દબાણ મૂકવામાં આવે છે કે જેથી તે વધારે ગરમીએ ઉકળે.

વાતાવરણનો વાયુ ઉંચે જઇએ તેમ ઠંડો થતો જાય છે.

વાતાવરણની હવા નીચેથી ઉપર જતાં પાતળી થતી જાય છે, તે તો આપણે જોયું. પણ તે ઉપરાંત તેના સંબંધમાં એક બીજી વાત પણ ધ્યાનમાં રાખવાની જરૂર છે. તે તળેથી ઉપર જતાં વધારે ઠંડી પડતી જાય છે. આ કારણથી ટેકરીની કે પહાડની ટોચ આગળની હવા તેની તળેટી આગળની અથવા મેદાનોની હવા કરતાં વધારે શીતળ હોય છે. એ જ કારણે ઉનાળામાં લોકો એવા પહાડ પર હવા ફેર માટે જાય છે. પૃથ્વીની સપાટીથી ઉંચે જતાં હવાની

ગરમીની સ્થિતિમાં આમ ફેર પડે છે, એટલું જ નહિ પણ પૃથ્વીના જુદા જુદા ભાગોમાં પણ તે બાબતમાં ફેર પડે છે. વિષુવવૃત્તની આગળ સૂર્યનાં કિરણ સીધાં પડે છે, તેથી ત્યાં હવા બારે માસ ગરમ રહે છે, પણ ત્યાંથી જેમ જેમ આપણે ઉત્તર કે દક્ષિણ ધ્રુવ તરફ જઇએ છીએ તેમ તેમ તેનાં કિરણ ત્રાંસાં થતાં જાય છે, અને પરિણામે હવા ઓછી ગરમ થતી જાય છે. આ ઉપરથી જણાય છે કે પૃથ્વીના કોઇ પણ ભાગની હવાની ગરમીનો આધાર તેના **અક્ષાંશ** પર છે.

વાતાવરણના વાયુની ગતિ:—વાતાવરણની હવા હંમેશાં સ્થિર સ્થિતિમાં રહેતી નથી, પરંતુ વહેતી જ રહે છે. આપણી ઇંદ્રિયોથી પરખાય એટલી ગતિથી તે હાલે છે ત્યારે તેને આપણે 'પવન' કહીએ છીએ. ઇંદ્રિયોથી ચોકખી રીતે પરખાય એવી ગતિ ઉપરાંત હવાના મોટા સમૂહોમાં ગરમીને કારણે બેમાલુમ ગતિ થયા જ કરે છે. ઝાડનું પાન સરખું પણ ન હાલતું હોય એવે પ્રસંગે પણ આવી ઉપરથી નીચેની કે નીચેથી ઉપરની વાયુની ગતિ તો થયા જ કરે છે. વાયુનો નિયમ છે કે વધારે દબાણવાળી જગાએથી ઓછા દબાણ-વાળી જગાએ જવું. વાયુના દબાણનો આધાર ગરમી ઉપર છે. ગર-મીની અસરથી હવા ફુલી હલકી બને છે, અને ઠંડકથી તે સંકોચાઇ ઘટ્ટ બને છે, એટલે આખરે હવાની ગરમીની સ્થિતિ એ જ તેની ગતિનું કારણ છે. હવાની અંદર થતા પ્રવાહોને કારણે તેની અંદરની પાણીની વરાળ વહેંચાઇ જાય છે, તથા તેની વેગ ભરી ગતિથી જ પાણી તથા જમીન પર વિવિધ વિનાશક અસરો થાય છે.

જળાવરણ અથવા જળનું પડ:—જળાવરણમાં આખી પૃથ્વી પરનાં નાનાં મોટાં બધાં જળાશયોનો સમાવેશ થાય છે. એટલું જ નહિ પરંતુ સુકી જમીનના ખડકોનાં છિદ્રોમાં સમાએલા પાણીનો પણ સમાવેશ થાય છે. અહિં આપણે માત્ર જળાશયોનો જ વિચાર કરીશું. સગવડ ખાતર જળાવરણના બે ભાગ કલ્પી શકાય (૧) સમુદ્ર

તથા (૨) જમીન પરનાં જળાશય. સમુદ્રમાં જળ સમૂહ અખંડ છે. પરંતુ જમીન પરનો જળ સમૂહ તેના જેવો અખંડ નથી, પણ નાના મોટા જળાશયના રૂપમાં આખી પૃથ્વી પર છૂટો છવાયો પથરાએલો હોય છે.

પૃથ્વી પરના કુદરતી જળના મીઠું તથા ખારૂં એવા બે પ્રકાર કલ્પેલા છે. આ બે પ્રકાર સ્વેચ્છાએ પાડેલા છે. ખરૂં જોતાં એ કુદરતી પ્રકાર નથી. પાણી માત્રમાં ક્ષાર હોય છે. જો જીભે પરખાય એટલા પ્રમાણમાં ક્ષાર હોય તો પાણી 'ખારૂં' કહેવાય છે, અને તેથી ઓછા પ્રમાણમાં હોય તો તે 'મીઠું' કહેવાય છે. 'ખારૂં' તથા 'મીઠું' પાણી, એવા પાણીના પ્રકારનો આધાર તેની અંદર રહેલા ક્ષારના વધારે ઓછા પ્રમાણ ઉપર હોવાથી, એ જાતનો વિભાગ અગત્યનો નથી. ખારા તથા મીઠા પાણીમાં રહેતાં પ્રાણીઓની ઘટના એક એકથી ઘણી ભિન્ન હોય છે, એ બીના વ્યવહારૂ દૃષ્ટિએ ઉપયોગી હોવાથી લક્ષમાં રાખવાની જરૂર છે. બીજી વાત એ યાદ રાખવાની છે કે દરીઆનું તળિયું તદન સપાટ નથી પણ તેની અંદર પણ મેદાન, ખીણ તથા ટેકરી જેવા ભાગો હોય છે. પેસિફિક મહાસાગરનો ઉંડામાં ઉંડો ભાગ ૩૧,૬૧૪ ફીટ ઉંડો મપાયો હતો. ઘણીવાર દરીઆના ઘણા ઉંડા ભાગ કિનારાની તરત પાસે હોય છે. આ ઉપરથી એવું અનુમાન થાય કે સમુદ્રના તળિયામાં ઘણા ઉભા ઢાળ હોય છે.

સમુદ્રના પાણીમાં પવનની અસરથી નાનાં મોટાં મોજાંઓ થાય છે, અને તે ઉપરાંત પૃથ્વીના જુદા જુદા ભાગમાં વધારે ઓછા પ્રમાણમાં ગરમી પડતી હોવાથી તેની અંદર પાણીના પ્રવાહો પણ ઉત્પન્ન થાય છે. વિષુવવૃત્ત આગળથી ઉના પાણીનો પ્રવાહ ધ્રુવો તરફ જાય છે અને ત્યાંથી વિષુવવૃત્ત તરફ ઠંડા પાણીના પ્રવાહ આવે છે. આ ઉપરાંત સૂર્ય તથા ચન્દ્રના આકર્ષણ બળને પરિણામે સમુદ્રમાં ભરતી ઓટ થાય છે, અને તેને પરિણામે અખાતોનાં તથા નદીઓનાં મુખોમાં પાણીની સપાટી ઉંચી નીચી થાય છે.

ભૂમિનું પડ:—પાણીની બહાર આવેલી સુકી જમીનનો આપણા જોવામાં આવતો ભાગ **ખડક અથવા શિલાઓનો** બનેલો હોય છે. ખડક અથવા શિલા ખનિજ રજકણોના બનેલા હોય છે. 'ખડક' એ શબ્દ બોલતાં જ તે કઠણ હોવો જોઇએ, એવો ખ્યાલ આપણા મનમાં પેદા થાય છે. પણ આપણે એ શબ્દને એ ટુંકા અર્થમાં નહિ વાપરીએ:પણ 'ખનિજ રજકણોનો' સમૂહ એવા વ્યાપક અર્થમાં જ વાપરીશું.

પ્રકરણ ૩ જું

આપણા ગામની આસપાસનાં ખેતર, નદી, નાળાં, ડુંગરીઓ તથા ખીણો આપણે નાનપણથી જ જેવાંને તેવાં જોયા કરીએ છીએ, તેથી પ્રથમ દૃષ્ટિએ તો આપણને એમ જ લાગે છે કે આપણી પુરાતન પૃથ્વીના મુખપૃષ્ઠમાં કાંઇ જ ફેરફાર થયો નથી. પ્રાચીન કાળથી તે જેવીને તેવી જ છે. પણ જરા ધ્યાનથી તપાસ કરતાં આપણને તુરત સમજાશે કે આપણી આ ધારણા ખરી નથી. પાદર આગળની નદી પોતાનું તળિયું કાપી ઉંડી ઉતરતી જણાય છે, અને તેના પટમાં જુદે જુદે સ્થળે ખોદાણ તથા પુરાણ થાય છે. શહેરોની અંદર પણ માટી ઠરવાથી જુનાં ઘરોનાં પગથિયાં પુરાઇ જાય છે, અને જો દર વર્ષે મરામત ન થતી હોય તો રસ્તાઓની સ્થિતિ કેવી હોય તે કળી શકાતું નથી. ચોમાસામાં રેલ આવે છે ત્યારે નદીઓનાં પાણી ડોળાં હોય છે, તેથી એમ સમજાય છે કે તેને ડોળું કરનાર માટી તથા તેમાંના પથરા અને કાંકરા બીજે કંઇથી આવતા હોવા જોઇએ, અને તેને લીધે તે ઠેકાણે ઘણો ફેરફાર થતો હોવો જોઇએ. ચોમાસામાં તળાવનું પાણી ડોળું તથા રતુમડું હોય છે, પણ ધીરે ધીરે તે ઝાંખું ભુખરૂં થતાં થતાં આખરે તદન નિર્મળ થઇ જાય છે. તેથી સ્હેજે સમજી શકાય છે કે એનો મેલ તથા કચરો એના તળિયા પર ઠરતો હોવો જોઇએ. જો આમ દર વર્ષે તેના તળિયા પર કચરો ઠર્યા

કરે તો તે આખરે છાછરૂં થઈ સુકાઇ ગયા વગર રહે નહિ. ત્રીસ વર્ષ જેટલા ટુંકા સમયમાં જો આપણે આપણી આસપાસ આવા આવા ફેરફાર થતા જોઈ શકીએ તો અનંત યુગોમાં થતા ફેરફાર વિષે આપણે શું કહીશું ? જો આપણા ગામના શાન્ત જેવા પ્રદેશમાં પણ આવા અને આટલા ફેરફાર થાય તો જ્યાં ધોધમાર વૃષ્ટિ થઇ મહાન જંગી રેલો આવતી હોય, જ્યાં અત્યંત ગરમ દિવસો પાછળ અતિ શીતળ રાત્રી આવતી હોય, જ્યાં જ્વાળામુખીના કડાકા ધડાકાથી પૃથ્વી કંપી રહેતી હોય, તેવા તથા ઉભા ઢાળવાળા અને ગગનચુંબી શિખરોવાળા હિમાલય જેવા પર્વત પ્રદેશોમાં થતા ફેરફારોની શી વાત પૂછવી ? ખરે, આપણી પૃથ્વી અવિકારી નથી. એકવાર પેદા થયા પછી તે અવિકારી, સ્થિર સ્થિતિમાં રહી શકી નથી. તેના મુખપૃષ્ઠમાં નિરંતર કાંઇ ને કાંઈ ફેરફાર થયા કરે છે. સ્થિતિ નહિ પણ નિરંતર થતા ફેરફાર એ વિશ્વનો નિયમ જણાય છે. સંસાર પરિવર્તનશીલ છે અને તેમાં અવિકારી અવ્યય એવું પરબ્રહ્મ સિવાય બીજું કંઈ નથી. ઉત્પત્તિ, સ્થિતિ અને લય એ ત્રણ વિકારો બધી સૃષ્ટ વસ્તુઓ અનુભવે છે, પણ આ બધા ફેરફારો ઘણા જ ધીમે ધીમે થાય છે. તેથી માણસ પોતાની વેંતભર જીંદગીમાં તે કેવી રીતે જોઇ શકે? વડના ઝાડને ઉગી મોટું ઘટાદાર વૃક્ષ થતાં ઘણાં વર્ષ લાગે છે. કોઈ માણસ પોતાની જીંદગી દરમિયાન બીજથી માંડી મોટા ઝાડ સુધીની તેની વૃદ્ધિ જોવા શક્તિમાન થતો નથી; તો પણ તે ખાત્રી પૂર્વક જાણે છે કે દરેક વડનું ઝાડ બી કે વડવાઇમાંથી થયું હશે. આમ માનવા માટે તેની પાસે કાંઇ પ્રત્યક્ષ પ્રમાણ નથી, કારણ કે એણે જાતે કોઈ પણ વડની બધી વૃદ્ધિ જોઇ નથી; પરંતુ તેણે જુદી જુદી અવસ્થાના વડ જોએલા હોય છે તે ઉપરથી તે એ પ્રમાણે અનુમાન કરી શકે છે. કોઈ જગાએ ધુમાડો જોતાં ત્યાં અગ્નિ હશે એવું અનુમાન આપણે કરી શકીએ છીએ, તેમજ આવા પ્રસંગોમાં પણ આપણે આવું અનુમાન કરી શકીએ છીએ. પૃથ્વીના પોપડાના

ખડકો ધ્યાનથી તપાસતાં આપણે અનુમાન કરી શકીએ છીએ કે તેમાં નિરંતર કાંઇને કાંઇ ફેરફાર થયાં જ કરેલા છે. એ ફેરફારો કેવા પ્રકારના છે તથા ક્યાં બળોની અસરથી થયા છે તે હવે આપણે તપાસીશું.

પ્રકરણ ૪ થું

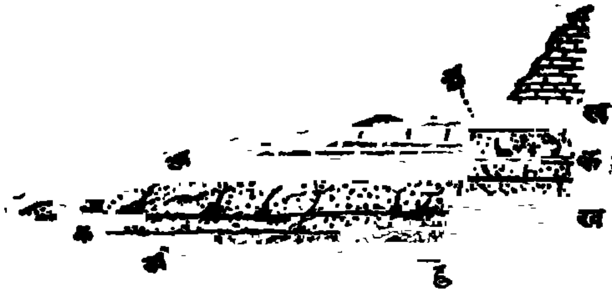
પૃથ્વીની સપાટી ઉપર તેમજ તેના અંદરના ભાગમાં અનેક બળો કામ કરી રહ્યાં છે. પાણી, હવા, ગરમી, તથા સજીવ પ્રાણી વનસ્પતિઓ, એ બળો તેના મુખપૃષ્ઠ પર વધારે ઓછી પ્રબળ અસર કરી રહ્યાં છે, અને જ્વાળામુખી, ધરતીકંપ, તથા પૃથ્વીના પોપડાની ઉપસવાની કે દબાવાની બેમાલૂમ પણ સૈકાઓ દરમિયાન થતી ગતિ, એ તેના ગર્ભમાં કાર્ય કરતાં બળો છે. આ બધાં બળો કેવું અને કેવી રીતે કામ કરે છે તે હવે આપણે જરા વિગતવાર તપાસીશું.

જળનું કાર્ય:—આપણી પૃથ્વીના મુખપૃષ્ઠને ઘડનાર કુદરતી બળોમાં જળ સૌથી વધારે પ્રભાવશાળી છે. દુનિયાનાં દ્રવ્યોમાંનાં ઘણાં તેમાં ઓગળી શકે છે. ચોકખા પાણીમાં ન ઓગળતા કેટલાક ક્ષાર, ઑક્સિજન કે કાર્બન ડાયોક્સાઇડવાળા પાણીમાં સહેલાઇથી ઓગળી જાય છે. આરસપહાણ, ચાક, ચુનાપથ્થર, મરહીઆ વગેરે સાદા પાણીમાં ઓગળતાં નથી, પણ કાર્બન ડાયોકસાઇડવાળા સોડા વૉટરના પાણીમાં ઓગળી શકે છે. જળ, પૃથ્વી પર જુદા જુદા રૂપમાં જોવામાં આવે છે. એ આકાશમાંથી વૃષ્ટિ રૂપે પડે છે, અને પછી નાના મોટા રેલા, વહેળા તથા નદીના રૂપમાં સમુદ્ર તરફ વહી જાય છે. આ પ્રમાણે, વહેતું પાણી આખરે તળાવ કે સમુદ્રમાં જઇ મળે છે. પર્વતનાં શિખરો પર તે હિમના શ્વેત મુકુટ રૂપે જમા થાય છે, અને પછી ત્યાંથી ઓગળી નદીઓ વાટે નીચે મેદાનોમાં વહી જાય છે. મહાસાગરો પણ પૃથ્વીતળ પરનાં મોટાં જળાશયો છે. આ ઉપરાંત પાણી ઘણીવાર પૃથ્વીમાંથી ઝરણરૂપે પણ બહાર નીકળી આવે છે.

ઉનાળાના પ્રચંડ તાપથી તપેલી ભૂમિ, તથા ઉની લૂથી અકળાએલાં પ્રાણી માત્રને ચોમાસાની પહેલી વૃષ્ટિ કેટલો આનંદ આપે છે! એક ગભરામણ અને અકળામણ કરાવતા દિવસને અંતે બધું તદ્દન શાન્ત અને ચઠીચુપ થઇ ગએલું હોય છે, ઝાડનું પાન સરખું પણ હાલતું હોતું નથી, તેવામાં આકાશ કાળી ઘનઘોર ઘટાથી છવાઈ જાય છે. વાદળાંથી સૂર્યનો પ્રકાશ આવતો અટકી જઇ ચોમેર અંધકોટ જેવું થઈ જાય છે. તેવામાં એકદમ સુસવાટા મારતો પવન ફુંકાવા માંડે છે, ઝાડની ડાળીઓ જોરથી આમ તેમ હાલવા મંડી જાય છે, ઉપરા ઉપરી વિજળીના ચમકારા થઇ આકાશ મેઘની ગર્જનાના ગડગડાટથી ગાજી રહે છે. પછી મોટી ધારે મેઘ પડવા માંડે છે. ભીની થએલી તરસી જમીનમાંથી માટીની સોરમ ચોમેર પથરાય છે, અને થોડીવારમાં નાના મોટા રેલા જમીન પર ચાલવા માંડે છે. નીકો તથા ગટરો પાણીથી ભરાઈ જાય છે. બે ચાર કલાક આમ વર્ષ્યા બાદ વૃષ્ટિ બંધ પડી જાય છે. ધૂળ ધોવાઇ જવાથી તાજાં અને ચળકતાં પાનવાળાં ઝાડ આથમતા સૂર્યના કુમળા ભીના તાપમાં ઘણાં મનોહર દીસે છે. બેદરકાર ગંદા શહેરીઓએ એંઠવાડ નાખી ગંદા કરેલા રસ્તા વૃષ્ટિના પાણીથી ધોવાઈ ચોકખા થાય છે. વૃષ્ટિનું પાણી શહેર તથા ગામને સાફ કરે છે, તથા વૃક્ષને સ્નાન કરાવી નિર્મળ કરે છે, એટલુંજ નહિ પણ તે વાતાવરણના વાયુને ધોઇને સાફ કરે છે અને તેની અંદરની ધુળ તથા બીજી ઝુલતી અશુધ્ધિઓને દૂર કરે છે. હવાની અંદરના ઑકિસજન તથા કાર્બન ડાયોકસાઇડ વાયુઓને પણ કેટલેક અંશે તે શોષી લે છે. જમીન ઉપર પડેલું પાણી વિવિધ સડતા, કહોતા ઉકરડામાં થઇને વહે છે તે વખતે તેમાં ઘણા મોટા પ્રમાણમાં કાર્બન ડાયોકસાઇડ વાયુ ભળે છે. આવી રીતે પાણી અશુદ્ધ તો થાય છે, પણ પૃથ્વી પરના વિવિધ ખડક પર રાસાયણિક કાર્ય કરવાની તેની શક્તિ વધે છે. વરસાદ રૂપે જમીન ઉપર પડેલા પાણીનો ઘણો મોટો ભાગ તો નાના મોટા રેલા

રૂપે પાસેનાં નાળાં તથા ઝરણાંમાં વહી જાય છે, અને એ વળી પાસે આવેલી કોઈ નદીમાં વહી જાય છે. અમુક પ્રદેશ પર પડેલા પાણીનો ઘણોખરો ભાગ તો તે પ્રદેશના ઉંચા ભાગમાંથી વહી તેના સૌથી નીચા ભાગમાં આવેલી નદી વાટે સમુદ્ર કે કોઇ સરોવરમાં આખરે જાય છે; પરંતુ વરસાદમાં પડેલા પાણીનો કેટલોક ભાગ આ પ્રમાણે વહી ન જતાં જમીનમાં ઉતરી જાય છે.

જમીનની અંદર ઉતરી ગએલું પાણી:--પૃથ્વીનું તલ રેતાળ કે સછિદ્ર કે ફાટચીરાવાળા થરનું બનેલું હોય ત્યાં વરસાદનું પાણી ઘણા મોટા પ્રમાણમાં તેની અંદર ઉતરી પડે છે. કઠણ તથા અભેદ્ય તળીઉં આવે ત્યાં સુધી પાણી આમ નીચું ઉતર્યું જાય છે. અભેદ્ય



આકૃતિ નં ૨

ઉડાં ઝરણ. क, क સછિદ્ર અથવા ભેદ્ય થર; ख, ख અભેદ્ય અથવા કઠણ થર; ग ઝરણ; ह બે થર વચ્ચેની ફાટ.

તળીઉં આવતાં તે નીચે જઇ શકતું નથી, એટલે તે કઠણ થર પર ઉંચા ભાગથી નીચા ભાગ તરફ વહેવા માંડે છે. આગળ જતાં એ થરનો છેડો જમીનની સપાટીએ આવી જતો હોય તો ત્યાં તે ઝરા રૂપે બહાર નીકળી વહેવા માંડે છે. આમ વહેતા પાણીનો જથ્થો પુષ્કળ હોય અને ઝરો બારે માસ વહેતો હોય તો ઝરો બારમાસી

કહેવાય. બધા ઝરા બારમાસી હોતા નથી. જમીનની અંદરનો કઠણ થર ઉપર બતાવ્યું છે તેમ સપાટ રહી જમીનની સપાટી પર ન આવી રહે પણ પહેલાં નીચો ઢળી પછી પાછો ઉંચો ચઢી અર્ધ ગોળાકાર થાય તો તેવે પ્રસંગે ઉપલાં છિદ્રાળુ થરોમાંથી ઉતરી આવતું પાણી પૃથ્વીના અંદરના ભાગમાં પેલા કઠણ અને અભેદ્ય થર પર જમા થાય છે. કુવો ખોદતાં કે બીજી કોઇ રીતે એ પાણીને બહાર પૃથ્વીની સપાટી પર આવવાનો માર્ગ મળે તો તે ઘણા જોસથી ઉંચુ ચઢે છે, અને કેટલી વાર તો ફુવારા રૂપે બહાર નિકળે છે. આવા કુવા પાતાળ કુવા કહેવાય છે.* પુષ્કળ પાણી વાળા થરે પહોંચાય નહિ ત્યાં સુધી કુવો સારો ગણાય નહિ. સાધારણ કુવા કરતાં સાયડાના (બોરિંગના) કુવામાં પાણી વધારે નીકળે છે તેનું કારણ એ કે તે પુષ્કળ પાણીવાળા થરે પહોંચેલા હોય છે.

જમીનની અંદર ભરેલાં પાણીને વહેવા માટે જમીનની અંદર કંઇ ખુલ્લા માર્ગ નથી હોતા, પણ જમીનની અંદર આવેલાં માટી, રેતી, તથા ચાક જેવાં દ્રવ્યનાં છિદ્રાળુ થરોમાં થઇને તે વહે છે.+ ચુના પથ્થર જેવા કઠણ થરોમાં ફાટ કે ચીરા હોય તો તેમાં થઇને પણ પાણી વહે છે. આ પ્રમાણે વહેતું પાણી તે પથ્થરોને ઘણા મોટા પ્રમાણમાં ઓગાળી નાખે છે, કારણ કે તેની અંદર કાર્બન ડાયોક્સાઇડનું પ્રમાણ ઘણું વધારે હોય છે.

---

* પૃથ્વીની અંદરના ભાગમાં 'પાતાળ' એવો કોઇ ખાસ પ્રદેશ નથી, પરંતુ સાયડો મારી કુવો ખોદતાં અમુક નક્કર પડ ભેદતાં, પૃથ્વીના અંદરના ભાગમાં જમા થએલું પાણી જોસથી તથા ઘણા મોટા પ્રમાણમાં બહાર નીકળે ત્યારે તેવા કુવાઓ પાતાળ કુવા કહેવાય છે.

+પાણીમાં મુકેલો ચાકનો ગાંગડો, જેમ પાણીથી તરબોળ થઈ જાય છે તેમ પૃથ્વીની અંદરના થર પાણીથી તરબોળ થઇ જાય છે. આ પ્રમાણે પાણી ખડકને એક છેડેથી બીજે છેડે પહોંચે છે, અને ત્યાંથી આગળ જાય છે.



આકૃતિ નં. ૩

કાર્બન ડાયોક્સાઇડવાળા પાણીના કાર્યથી બનેલી ગુફાનું છેદચિત્ર. क, क અને ख, ख, ઉપરથી ઝમતા પાણીને લીધે થએલા ક્ષારની સળીઓ બતાવે છે.

સેંકડો વર્ષ આ પ્રમાણે ધોવાણ થવાથી એ ખડકોમાં મોટી ગુફાઓ બની જાય છે. ઘણીવાર પૃથ્વીની અંદર વહેતું પાણી ભૂગર્ભની ગરમીથી ગરમ થઇ ઉના પાણીના ઝરા રૂપે બહાર નીકળે છે. બીજા પાણી કરતાં આવા ઝરાના પાણીમાં વિવિધ ક્ષારોનું પ્રમાણ વધારે હોય છે, તેથી એમનાં પાણી ઔષધ જેવો ગુણ આપે છે.

જમીન ઉપરથી વહી જતું પાણી:—ચોમાસામાં ગામના રસ્તા પર થતા ફેરફારોના અવલોકનથી પૃથ્વીના પૃષ્ઠ પર થતા પાણીના કાર્યનો આપણને સારો ખ્યાલ આવે છે. એકાદ સારૂં ઝાપટું પડતાં ગામના રસ્તા પર પાણી વહેવા માંડે છે. વધારે ઓછા ઢાળ પ્રમાણે ગામના જુદા જુદા ભાગનું પાણી વધારે ઓછા વેગથી વહે છે. જ્યાં પાણી ઘણા જોસથી વહેતું હોય છે ત્યાં તો ઢેખાળા, પથરા, નળીઆં અને બીજી નક્કર નાની મોટી વસ્તુઓ ઘસડાઈ જાય છે, એટલુંજ નહિ પણ પાણીમાંથી ચાલવાનો પ્રસંગ આવતાં આપણા પગ પર જોરથી નાની મોટી કાંકરીઓ અથડાય છે અને આપણા જોડામાં ભરાઇ જાય છે. ઝાપટું બંધ પડ્યા પછી થોડીવારે રસ્તાઓ પર પાણી વહેતું બંધ થાય છે. હવે રસ્તાઓ જોતાં આપણને તેમાં ઘણા ફેર-ફાર થએલા જણાય છે. પહેલાં રસ્તાઓ સપાટ હતા પણ હવે તેમાં ખાડા ટેકરા થઇ ગયા હોય છે અને ઠામ ઠામ પથરાઓ નીકળી આવેલા જણાય છે. કોઇ કોઈ ઠેકાણે રસ્તાની બાજુઓ ઉપર ઉંડી ધરેડો

પડી ગએલી જણાય છે. ટેકરીઓની બાજુમાં તો મોટાં ગાબડાં તથા ઉંડી નીકો પડી ગએલી હોય છે. જ્યારે ઢાળવાળા ભાગ પર પથરા નીકળેલા જણાય છે, ત્યારે નીચા ભાગ પર રેતી, માટી, કાંકરા, નળીઆં વગેરેના થર બાઝી ગએલા માલમ પડે છે. એ થરને કાપી ગામમાં ભરાઇ રહેલું પાણી ધીમે પ્રવાહે વહી જતું જણાય છે. આ જોતાં જણાય છે કે વરસાદનું પાણી ખોદાણ કરે છે એટલું જ નહિ પણ પોતે ખોદેલી માટી, રેતી, કાંકરા વગેરે દૂર ઘસડી પણ જાય છે. જ્યારે એનો વેગ ધીરો પડે છે, ત્યારે તેનાથી જે ચીજો ઘસડાતી નથી તે જમીન પર પથરાઇ થરના રૂપે જામી જાય છે. જે કામ નાના પાયા પર ગામનું વહેતું પાણી કરે છે તે જ કામ મોટા પાયા પર નદી ઝરણાં વગેરે પૃથ્વીના મુખપૃષ્ઠ પર કરે છે.

નદી તથા ઝરણાંનું કાર્યઃ—નદી તથા ઝરણાં પૃથ્વીના ઉંચા ભાગોને ધોઈ નાખે છે અને તે ધોવાણને પોતાના પ્રવાહમાં ઘસડી જાય છે. વળી જે જમીન પર થઇને તે વહી જાય છે તેને ખણવાનું કે ખોદવાનું કામ પણ તે કરે છે. એ રીતે ખોદેલાં દ્રવ્યોને દૂર ઘસડી જઈ અંતે પોતાની ગતિનો ભંગ થાય ત્યાં સરોવર કે સમુદ્રના તળીઆ પર તેમને એક સરખાં પાથરી દે છે. તેમનાં આવાં કાર્યોથી તળાવો પુરાઇ જળઢાર ખીણો બને છે, બેટો બંધાવાથી તેમનાં મુખ પુરાઇ જાય છે, અને કેટલીક વાર, તેમના મુખ આગળનો છાછરો દરિયો પુરાઇ જઇ નવી જમીન બને છે. આ ઉપરથી જણાશે કે નદી (૧) ધોવાણ (૨) ધોવાઇ આવેલાં દ્રવ્યોનું સ્થાનાન્તર તથા (૩) તેમને ઠારવાનું, એમ ત્રણ મુખ્ય કાર્ય કરે છે. નદીઓના આ કાર્યનો આધાર તેમના (૧) વેગ (૨) જળ સમૂહ (૩) તેમના પ્રવાહમાં ઘસડાતાં દ્રવ્ય અને (૪) જે જમીન પર થઈ તે વહેતી હોય તેના બંધારણ ઉપર છે.

નદીઓનું ધોવાણ કાર્યઃ—નદીઓ ધોવાણ કરે છે તેનો આધાર તેમના પાત્રની રચના ઉપર છે. જો તેમના પાત્રમાં પોચા અને

સહેલથી ખવાઈ જાય એવા થર આવેલા હોય તો તે વહેલું ખોદાઈ-કપાઇ જાય છે, નદી વહેલી ઉંડી ઉતરી પડે છે, અને તેના આખા પાત્રનો ઢાળ નહિ જેવો થઇ જાય છે. આ ખોદાણની છેલ્લી હદ છે. આ હદે પહોંચતાં તેનો વેગ નહિ જેવો થઇ જાય છે, અને તેથી ત્યાર પછી તેનું પાત્ર ભાગ્યે જ કપાય છે. પાત્ર ઘસાતું બંધ થાય છે તો પણ તેની પાસેના કીનારાનો ભાગ તથા આસપાસની બીજી જમીન તો ખવાયા કરે છે, અને પરિણામે નદીની ખીણ વધારે પહોળી અને છાછરી થતી જાય છે. પાત્રમાં દૃઢ અને કઠણ ખડક હોય છે તો કીનારાના ખુલ્લા ભાગ કરતાં તે વધારે વહેલા કપાય છે, અને પરિણામે નદીની ખીણ ઉંડી તથા સાંકડી થાય છે.

પાત્ર તથા કીનારા કાપવાની ક્રિયામાં નદી પોતાના પ્રવાહમાં ઘસડાતા નાના મોટા પથ્થરોનો ઉપયોગ કરે છે. નદીમાં ઘસડાતા પથ્થરો નિશા પરના નિસાતરા જેવું કાર્ય કરે છે. વપરાએલી નિશા જોતાં જણાય છે કે વાટવાની ક્રિયાથી નિશા અને નિસાતરો બંને ઘસાય છે. એ પથ્થરો નદીનું પાત્ર ખોદે છે એટલું જ નહિ પરંતુ નિરંતર નદીના પાત્ર તથા કીનારા જોડે, તેમજ માંહોમાંહે ઘસાવા કુટાવાથી તેમનાં ખુણીઆં ઘસાઈ જઈ તે ગોળ તથા લીસા બની જાય છે, અને આખરે બહુ કુટાઇ ખંડાઈ તેમની રેતી થઇ જાય છે. આ બધી ક્રિયાઓ કંઇ એક સ્થળે થતી નથી. નદીના મુખ આગળ તો તેના પાત્રમાં મોટા મોટા વિવિધ અનિયમિત આકૃતિના ખડકો હોય છે. તેના મુળથી જેમ જેમ આગળ જતા જઇએ તેમ તેમ તેના પાત્રમાંના ખડકો કદે નાના થાય છે અને તેમનાં ખુણીઆં ઘસાવા માંડેલાં જણાય છે. આનાથી નીચે જતાં તે કદમાં હજુ વધારે નાના તથા વધારે સુંવાળા થએલા જણાય છે; પછી તો તે લીસા ગોળ પથ્થરો રૂપે દેખાય છે. આ પત્થરોનું કદ ઘટતાં આખરે તે નાના ગોળ પાંચીકા થઈ જાય છે. હજુ આગળ જતાં જાડીથી માંડી ઝીણી રેતી અને આખરે માટી જોવામાં આવે છે.

મૂળથી માંડી મુખ સુધીની આવી શ્રેણી લગભગ બધી નદીઓમાં જોઈ શકાય છે.

નદીના પાત્રમાં કઠણ થરની નીચે પોચા થર આવેલા હોય તો નીચેના પોચા થર પર પાણીના ધોવાણની અસર થતી નથી; પરંતુ જ્યાં ઉપરનો કઠણ થર પુરો થાય છે ત્યાં ખુલ્લા થએલા નીચેના



આકૃતિ નં. ૪

જળ ધોધની ખીણનું છેદચિત્ર. क કઠણ ખડકના થર; ख પોચા ખડકના થર; ग રેતી પથ્થર. તીરની નીશાની નદીનો માર્ગ બતાવે છે.

પોચા થરને પાણી કાપે છે, અને તે જગાએ ખોદાણથી ઉંડો ખાડો પડી **ધોધ** થાય છે. પાણી આટલું જ કાર્ય કરી અટકતું નથી પણ જ્યાં ધોધ પડે છે ત્યાં પાણી પાછું મારી પેલા પોચા થરને પાછલી બાજુ પણ ખોદે છે. આનું પરિણામ એ થાય છે કે કઠણ થર નીચેનો પોચો થર ખવાઈ જાય છે અને ઉપલા કઠણ થરનો ભાર ઝીલી શકતો નથી, તેથી ઉપલો કઠણ થર તૂટી પડે છે. આમ થતાં ધોધ પહેલાંના કરતાં પાછળ ખસે છે. આમ ઉત્તરોત્તર થતું રહેવાથી ધોધ તેની પ્રથમ જગાની પાછળ હઠી જાય છે.

ધોવાણ કરેલા પદાર્થોનું સ્થાનાન્તર:—આપણે આગળ જોયું કે પાત્ર તથા કીનારાના ખોદાણથી છુટાં પડેલાં દ્રવ્યોને પ્રવાહ દૂર ઘસડી જાય છે. કઇ જાતનાં દ્રવ્ય ક્યાં સુધી ઘસડાશે તેનો આધાર પ્રવાહના વેગ ઉપર છે. નદીના મૂળ આગળ ઉભે ઢાળે જોસભેર ધસી આવતો નગઝરણનો પ્રવાહ મોટા મોટા ખડકોને હચમચાવી, ઉથલાવી, ખાંડી, નીચે ગબડાવી કેટલેક સુધી ઘસડી જાય છે; પરંતુ તળેટી આગળ પ્રવાહનો વેગ મંદ પડતાં તે ખડક આખો ઘસડાઇ ન જતાં પોતાની જગા ઉપર સ્હેજ સ્હેજ ગબડયાં કરે છે. નાના પથ્થર

તેા ઘણે દૂર ઘસડાયા કરે છે. જ્યાં ઢાળ વધારે હેાય છે ત્યાં પાણી-નેા પ્રવાહ વધારે વેગવાન હેાવાથી મેાટા કદના પથ્થર તેમાં ઘસડાઇ શકે છે. પરંતુ જ્યારે નદી ઉભા ઢાળનેા પ્રદેશ છેાડી સપાટ મેદા-નેામાં પહેાળી પથરાઇ જાય છે, ત્યારે તેનામાં મેાટા પથ્થર ખેંચ-વાની શક્તિ રહેતી નથી. પછી તેા તે ઝીણી રેતી તથા માટીને જ ઘસડી શકે છે. છેલ્લે છેલ્લે તેા તે માત્ર પેાતાનામાં રહેલી ઝીણાં માટીનાં કણ રૂપી ઝુલતી અશુદ્ધિને જ વહી જઇ શકે છે. નદીનેા વેગ ધીરેા પડતાં તેમાં ઘસડાતી વસ્તુએામાંની, સૌથી ભારે સૌથી પહેલી, એમ ભારેથી હલકીના ઉતરતા ક્રમમાં નીચે ઠરવા માંડે છે. નદી સમુદ્રને કે સરેાવરને મળે છે, ત્યારે તે મેાટા જળાશયેાના મહાન જળ સમૂહમાં ભળતાં તેના પ્રવાહનેા વેગ નહિ જેવેા થઈ જાય છે, તેથી નદીનેા લગભગ બધેા મળ અથવા કાંપ ત્યાં ઠરી જાય છે.

છાછરી નદીએામાં તથા ઉંચી ભેખડેાવાળા કઠણ કીનારાથી નળ દબાએલું ન હેાય એવી નદીએામાં પૂર આવે છે ત્યારે પૂરનું પાણી બન્ને કીનારે ઘણે દૂર સુધી રેલાઈ જાય છે. આ પ્રમાણે કીનારા પાસેનાં સપાટ મેદાનેા પર રેલાએલું પાણી તળાવના પાણી જેવું સ્થિર થંભી જાય છે, અને તે વખતે તેમાંનેા બધેા કાંપ તે મેદાનેા પર ઠરી જાય છે. કેટલાંક વર્ષે પેાતાનું પાત્ર ખેાદી આવી નદી ઉંડી ઉતરે છે, ત્યારે તે પેાતે બનાવેલી જમીનને જ ખેાદી નાખે છે. હવે તેનું પૂર પહેલાં જેટલું રેલાતું નથી, અને તેથી મૂળ પાત્રના કેટલાક ભાગ પર પૂરનું પાણી ફરી વળતું નથી. હવે એ ભાગ નદીની બહાર આવેલી અગાશી જેવેા બની રહે છે. નદીનું પાત્ર જેમ જેમ વધારે ને વધારે ખેાદાતું જાય છે તેમ તેમ આવી નવી અગાશીએા રચાતી જાય છે.

સરેાવરમાં દાખલ થતી નદીએાના મુખ આગળનેા ભાગ કાંપ ઠરવાથી પુરાઈ જાય છે. પ્રથમ એક થર રચાય છે, અને પછીથી તે મૂળ થરની ઉપર ઉત્તરેાત્તર બીજા થરેા થતા જાય છે, અને એ રીતે



આકૃતિ નં. ૫

નદી પોતાનું પાત્ર કાપે છે તેને પરિણામે થતી અગાશીઓ. ક નદીની હાલની રેલની સપાટી બતાવે છે. ગ, ગ હાલની નદીની કાંકરીવાળી સેખડ. ક૧, ક૨, ક૩, આ પહેલાંની રેલની સપાટીઓ અને ગ૧, ગ૨, ગ૩, તે સમયની કાંકરાવાળી સેખડો. જુદા જુદા સમયની સેખડો નદીની અગાશીઓ જેવી દેખાય છે.

સરોવરનું પુરાણ દર વર્ષે આગળને આગળ વધ્યું જાય છે. સરોવર જો સાધારણ કદનું હોય તો વખત જતાં તે પુરેપુરૂં પુરાઈ જાય છે.

નદી સમુદ્રને મળે છે તે મુખનો ભાગ જો ઉંડો હોય તો તેનો કાંપ પહોળા પંખાના આકારમાં ત્યાં પથરાઇ જાય છે. વખત જતાં ત્યાં નદીના પ્રવાહને કાટખુણે કાંપની નાનીશી ટેકરી રચાય છે. ટેકરીની આ બાજુ એટલે નદીના મૂળ તરફ આવેલા નદીના પાણીનો પ્રવાહ એ અડચણથી ઘણો મંદ પડી જાય છે. આમ થવાથી તે ભાગમાં ધીરે ધીરે કાંપ ઠરવાથી નવા થરો બંધાતા જાય છે. વખત જતાં નદીનું મુખ આ પ્રમાણે કાંપ ઠરવાથી બનેલી જમીનથી પુરાઇ જાય છે, અને નદીનો ભાગ વહાણુની આવ જા માટે નકામો થઇ જાય છે. ભરૂચ, સુરત, અને ખંભાતનાં બંદરો આ જ કારણથી ભાગ્યાં જણાય છે. નદી સમુદ્રને મળે તે જગા આગળ થઈ સમુદ્રનો પ્રબળ પ્રવાહ જતો હોય છે તો, તે નદીના કાંપને ઘણે દૂર ઘસડી જાય છે, અને ત્યાં સમુદ્રના તળીઆ પર ઠારે છે.

નદીઓ આ પ્રમાણે દર વર્ષે કાંપનો ઘણો મોટો જથો લઇ જઇ પોતાના મુખ આગળ સમુદ્રના તળીઆ પર પાથરે છે. આ

રીતે રચાએલા ગંગા તથા બ્રહ્મપુત્રાના બેટોનો વિસ્તાર આશરે ૫૦,૦૦૦ ચોરસ માઇલ જેટલો થાય છે. નદી સમુદ્રને મળે ત્યાં તે છાછરો હોય તો જલદીથી પુરાઇ જાય છે અને એવી રીતે દરિયો પુરાઇ ત્યાં નવી જમીન બને છે. આવી રીતે પહેલાં સમુદ્ર કીનારે આવેલાં બંદર જમીનની અંદર આવી જાય છે. આવી રીતે ઇટાલીમાં રોમન લોકોના સમયનું એડ્રિયા નામનું બંદર હાલ દરિયાથી ચૌદ માઇલ અંદર આવેલું છે.

પ્રકરણ ૫ મું

જળનું કાર્ય [ચાલુ]

સમુદ્રનું કાર્યઃ—સમુદ્રનું કાર્ય પણ નદીના જેવું જ છે. તે પણ કીનારા તથા કીનારા આગળના તળીઆની જમીન ખોદે છે, ખોદેલાં દ્રવ્યોને દૂર ઘસડી જાય છે અને પછી પોતાના તળીઆના બીજા કોઇ ભાગ પર પાથરી દે છે. દરિયાનાં મોજાં, ભરતી તથા પ્રવાહો આ કામમાં ભાગ લે છે. નદીની પેઠે આ કાર્ય સમુદ્રના આખા તળીઆ પર થતું નથી, પરંતુ ભરતી તથા ઓટની હદ વચ્ચેની કીનારાની પટ્ટી ઉપર જ થાય છે. આ કામમાં મોજાં ઘણો અગત્યનો ભાગ લે છે. તેઓ કીનારા તથા તળીઆને ખોદી નાંખવાનું અને ભરતી તથા સમુદ્રના પ્રવાહોએ ખોદેલી વસ્તુઓને દૂર ઘસડી જઇ બીજે ઠેકાણે સમુદ્રના તળીયા પર પાથરવાનું કામ કરે છે.

મોજાં સાધારણ સમયે કીનારા પર ઘણા જોરથી અથડાય છે, પણ તોફાન વખતે તો તેમનું પછડાવાનું બળ ઘણું વધી જાય છે. તેવે વખતે તો મોટાં બળવાન મોજાં ઉપરા ચાપરી ઉછળી ઉછળી કીનારાના ખુલ્લા ભાગ પર ઘણા જોરથી પછડાય છે. આવાં મોજાં તોફાન વખતે દર ચોરસ ફુટે ત્રણ ટન જેટલા જોરથી કીનારે પછડાય છે. આ મોજાંઓમાં માત્ર પાણી જ નહિ, પરંતુ મોટા પથ્થર પાંચીકા,

વગેરે પણ એમની જોડે ઘસડાઇ કિનારા પર જોરથી પછડાય છે, અને કીનારા પાસેના તળીઆ પર આગળ પાછળ ગબડયા કરે છે, અને તેમ કરતાં તળીઉં ખોદે છે. મોજાંઓનાં આ કાર્યથી કઠણ પથ્થરની ટેકરીઓ કકડે કકડે તૂટે છે એટલું જ નહિ, પરંતુ પોચી ખડકવાળી ટેકરીઓ તો તળેથી એવી ખોદાઇ જાય છે કે એના ઉપલા ભાગો નરદમ અદ્ધર લટકી રહ્યા જેવા થઇ જાય છે અને આખરે સમુદ્રમાં તૂટી પડે છે. એમના તૂટેલા ભાગ વળી પાછા કીનારો તોડવાના કામમાં લાગી જાય છે. દરિયા કીનારા પાસે ઉભા રહી કે ધ્યાનથી સમુદ્રનું કાર્ય જોશો તો જણાશે કે દરેક મોજું આગળ ધસી આવતાં પોતાની જોડે પથ્થર પાંચીકા આગળ ધસડી લાવે છે. અને જયારે તે કીનારે અથડાઇ પાછું વળે છે ત્યારે પેલા પથ્થર પણ પાછા ઘસડાય છે. આ પ્રમાણે નિરંતર તે પથ્થરો આગળ પાછળ ઘસડાયા જ કરે છે. આ ક્રિયાથી તેઓ ઘસાઇ ગોળ અને લીસા થઇ જાય છે અને આખરે ખંડાઈ રેતી થઇ જાય છે. આવી ઝીણી રેતી સમુદ્રના પ્રવાહથી દરિયામાં દૂર ઘસડાઈ જાય છે. કીનારો પોચા ખડકનો બનેલો હોય છે ત્યાં સમુદ્રના કાર્યથી તેનો જલદી નાશ થઇ જાય છે અને તે બધો ભાગ રેતાળ થઇ જાય છે; પરંતુ જો તે કઠણ ખડકનો બનેલો હોય તો તે આમ એકદમ તૂટી ભેદાઇ જતો નથી, પણ પ્રથમ ઉભા ઢાળવાળી ટેકરીઓવાળો થઇ જાય છે, અને આખરે સર્વ ભક્ષક સમુદ્રના અનિવાર્ય કાર્ય આગળ તેનો વિનાશ વહેલો મોડો પણ થયા વગર રહેતો નથી. દરિયાના આવા કાર્યથી કીનારાની પોચી જમીન ધીરે ધીરે ખોદાતી જાય છે, અને દરિયો જમીનની અંદર ધુસતો જાય છે. આવાં સ્થળોએ પહેલાં અખાત તથા ઉપસાગરો બને છે. જે ભાગો ભૂશિર રૂપે ટકી રહે છે તે ઘણુ ખરા કીનારાના કઠણ ખડકવાળા ભાગ છે. દરિયો પોતાનાં મોજાં તથા તે મોજાંમાં ઘસડાતા પથરાઓથી કીનારો તોડે છે, એટલું જ નહિ, પણ કીનારાને તોડવાના કામમાં તે એક બીજી

રીત પણ કામ લગાડે છે. ગમે તેવા કઠણ ખડકમાં પણ કોઇ કોઈ ઠેકાણે ફાટ કે ચીરા તો હોય છે. મોજું જોરથી કીનારે અથડાય છે ત્યારે આવા કોઇ ચીરામાં પાણી જોરથી પેસી જાય છે, અને તેની અંદરની હવા તે પાણીથી દબાઇ જાય છે; મોજું પાછું વળે છે ત્યારે તે દબાએલી હવા જોર કરી ફુલી બહાર નીકળે છે. દબાએલી હવાના આ કાર્યથી મૂળનો ચીરો મોટો થાય છે. વળી આવી ફાટમાં મોજાનું પાણી ઘુસીને તે ફાટના પોલાણમાં મોજાના જેટલા જ જોરથી અથડાય છે, અને ખડકને તોડવાનું કાર્ય કરે છે.

ઉંચી ટેકરીઓવાળા કીનારા પર સમુદ્ર જેટલું વિનાશક કાર્ય કરી શકે છે, તેટલું નીચા અને સપાટ કીનારા પર કરી શકતો નથી. કારણ કે તેવા કીનારામાં તેના વેગનું રોકાણ કરનાર કોઇ હોતું નથી. એટલે તેનો ક્રોધ અને જોર તે કોની પર અજમાવે ? નમ્રતા રૂપી શસ્ત્રથી સજ્જ થએલનો કોણ પરાભવ કરી શકે ?

આ પ્રમાણે ખોદેલો અથવા ખણેલો ભાગ દરિયાના પાણીથી કીનારા પાસેના છાછરા દરિયાના તળીઆ પર પથરાઇ જાય છે. આજ ભાગ પર નદીઓની રેલમાં ઘસડાઈ આવેલો કાંપ પણ પથરાય છે. દરેક દેશમાં સમુદ્ર કીનારાથી થોડેક દૂર આવેલી પટી પર આ પ્રમાણે કાંપના થર દર વર્ષે જામી જાય છે. ભરતીઓટના પ્રવાહ એક સરખા બળવાન હોતા નથી. ઓટનો પ્રવાહ સામાન્ય રીતે ભરતીના પ્રવાહ જેટલો પ્રબળ હોતો નથી, તેથી સામાન્ય રીતે કીનારા પાસે પથ્થર, અને રેતીની નીચી ટેકરીઓ જામી જાય છે. જ્યાં જ્યાં પ્રવાહ નરમ પડે છે ત્યાં ત્યાં કાંકરી રેતી ઠરે છે, અને તેમ થવાથી સમુદ્રના તળીઆ પર રેતીની ટેકરીઓ રચાય છે અથવા દરિયો પુરાવાથી છાછરા ભાગ બને છે. મોટા પથ્થર તથા ખડકો તો કીનારાની પાસે જ તળીએ બેસે છે. ત્યાર પછી તેનાથી હલકા પથ્થર, પછી કાંકરી અને છેલ્લે રેતી તથા માટી એ ક્રમમાં સમુદ્રના પાણીનો કચરો તેના તળીઆ પર ઠરી જાય છે. કીનારાથી બસો

માઇલ દૂર નદીની રેલમાં આવેલો કે સમુદ્રે પોતે ખોદાણ કરી કાઢેલો કચરો ઘસડાઈ જતો જોવામાં આવ્યો નથી.

કાંપ ઠરવાની બાબતમાં આપણા દેશના દ્વીપકલ્પના પૂર્વ તથા પશ્ચિમ કીનારા ઘણા જુદા પડે છે. પશ્ચિમ કીનારા આગળ જળ-ઠારની પટી નહિ જેવી જ છે. કારણ કે નદીઓ વાટે આવતો કાંપ સમુદ્રના પ્રબળ પ્રવાહથી, તથા પવનના જોરે આવતાં મોજાંને બળે નદીઓનાં મુખ આગળથી દૂર ઘસડાઇ જાય છે. પૂર્વ કીનારે નદીઓનાં મુખ આગળ મોટા દોઆબો જામ્યા છે એટલું જ નહિ પરંતુ તે કીનારાને સમાંતર પહોળી જળઠારની પટીઓ આવી ગએલી છે. આ પ્રમાણે પર્વત પ્રદેશની જુની જમીન હવા તથા પાણીના કાર્યથી ક્રમેક્રમે ખવાઈ જાય છે, ત્યારે સમુદ્રના તળીઆ પર નદીઓનો કાંપ તથા તેણે પોતે ખોદેલી જમીનનો છોલ ઠરવાથી નવા નવા થર રચાય છે. પૃથ્વીના ગર્ભમાં કામ કરતાં બળોને જોરે એવા થરો ઘણીવાર પાણીની બહાર ઉપસી આવે છે અને એ રીતે નવી જમીન બને છે.

હિમનદી (ગ્લેશિયર)

પાણીનો એવો સ્વભાવ છે કે બહુ ગરમી લાગતાં તે ઉકળી વરાળનું રૂપ ધારણ કરે છે, અને બહુ ટંડક લાગતાં જામી ઘનરૂપ થઇ જાય છે. પર્વતની ઉપર ચઢનાર માણસને અનુભવથી જણાય છે કે તળેટીથી ઉંચે ચઢે છે તેમ હવા પાતળી તથા ઠંડી પડે છે. આ બંને બાબતો એક સામટી લાગુ પાડતાં સમજાય છે કે પર્વતની ટોચ આગળ પાણી પ્રવાહીના રૂપમાં રહી શકે નહિ. પર્વતનાં શૃંગ આગળ વૃષ્ટિ પણ હિમના જ રૂપમાં પડે છે. આવી હિમનાં પીંછાં રૂપે પડતી વૃષ્ટિ મોટા પોચા ઢગલા રૂપે પર્વતના ઢાળ તથા ખીણોમાં જામી જાય છે. દર વર્ષે થતી હિમવૃષ્ટિને પરિણામે તેના ઘણા મોટા ઢગ બની જાય છે. આમ થતાં સૌથી નીચે આવેલું હિમ દબાઇ નક્કર થઇ જાય છે, પણ ઉપલા ભાગમાં પોલું રહે છે. પર્વતના ઢાળ પર પડેલો લીસો બરફ ગુરુત્વાકર્ષણના નિયમે ધીરે ધીરે નીચલી

બાજુ સરવા માંડે છે. સરતા બરફની લાંબી જીવ્હાઓ સરતી સરતી બરફ બંધાવા માંડે એટલા ઠંડકના પ્રદેશ સુધી આવી પહોંચે છે, એટલે પછી ત્યાંથી નીચે સરતા અને વધારે ગરમી લાગતાં પીગળવા માંડે છે. જે હદની નીચે બરફ પીગળવા માંડે છે, તથા જેની ઉપર બરફ જામવો માંડે છે, તે હદ **હિમ-રેખા (સ્નોલાઈન)** કહેવાય છે.

સાધારણ નદીની પેઠે હિમ નદીમાં પણ બાજુઓ કરતાં વચમાં પ્રવાહનું બળ વિશેષ હોય છે, પણ તેમનો વેગ બહુ ધીરો હોય છે. સાધારણ રીતે ૨૪ કલાકમાં ૨૦ થી ૨૭ ઇંચ જેટલું તેઓ સરે છે. કોઇક ઠેકાણે તે તેટલા જ સમયમાં ૨૪ થી ૬૪ ઇંચ જેટલી પણ સરે છે. હવાના કાર્યથી ખણાઈ ગએલા પથ્થર તથા ખડકના કકડા, હિમનદીની બંને બાજુ આવેલી ભેખડો પરથી તૂટી તેની બાજુઓ પર પડે છે, અને તેની જોડે તે પણ નીચે સરતા જાય છે. હિમ નદી પર જોવામાં આવતી પથ્થરોની હાર **અશ્માવલી (મોરેઈન)** કહેવાય છે. આ અશ્માવલી હિમનદીની બંને બાજુઓ પર આવેલી હોય છે. જુદી જુદી દિશાઓમાંથી આવતી હિમનદીઓ મળે છે ત્યાં એકત્ર થએલી હિમનદી પર બે બાજુઓ પર અને એક મધ્યમાં એમ ત્રણ અશ્માવલી જોવામાં આવે છે. હિમનદીના પટમાં આવેલી અશ્માવલીઓની સંખ્યા પરથી તેની ઘટનામાં ભાગ લેતી હિમનદીઓની સંખ્યા જણાય છે. હિમરેખાની નીચે જ્યાં હિમનદીઓ પીગળવા માંડે છે, ત્યાં આ બધી અશ્માવલીઓ એક મોટા અર્ધ ચન્દ્રાકાર ઢગલાના આકારમાં ફેંકાય છે.

આવી હિમનદીઓ નીચે સરતાં તેમની બાજુએ આવેલી ટેકરીઓની ભેખડો તથા તળીઆં પર ઘણા જ જોરથી ઘસાય છે અને પરિણામે તે ભાગ ઘસાઈ લીસા થઇ જાય છે. હિમનદીઓનો વચલો ભાગ બાજુઓના ભાગ કરતાં વધારે વેગથી સરે છે તેથી અને વળી તેનું તળીઉં ઉંચું નીચું હોય છે તેથી ઘણીવાર તેમાં મોટી ફાટો પડી જાય છે અને તેમાં થઇને તેની ઉપરની અશ્માવલીના પથ્થર નીચે ઉતરી

પડેછે. આ પથ્થર તેમની ઉપર સરતી હિમનદીના ભારથી નીચે તળીઆ પર ઘણા જોરથી ઘસાયછે. આને પરિણામે નીચેના તળીઆ પર કાપા પડે છે એટલુંજ નહિ પણ તે પથરાઓ જાતે ઘસાઇ ભાંગી ચુરેચુરા થઇ જાય છે. હિમનદીના તળીઆના પાણીમાં એવો બધો કચરો ધોવાઈ જાય છે અને તેથી તે હિમનદી પીગળવા માંડે છે, ત્યાં પાણી ડહોળું થઇ જાય છે. જો આ હિમનદીઓ કોઈ પર્વતની તળેટી સુધી ઉતરી આવે તો તેનાથી તળેટીની જમીન ખોદાઇ ઉંડા ખાડા પડી જાય છે. હિમાલયની ઉત્તરે આવેલાં ટિબેટનાં ઉચ્ચ ભૂમિ મેદાનોમાં પૂર્વની હિમનદીઓએ જે મોટા ખાડા ખોદી નાંખ્યા છે તેમાં હાલ માન-સરોવર તથા બીજાં સરોવરોનાં પાણી એકઠાં થએલાં છે. આલ્પ્સની તળેટીમાં ગાર્ડા, કૅામો તથા માજીઓરી સરોવરો પણ એ જ રીતે થયાં જણાય છે. હિમનદી પર કોઈ મોટો ખડક પડયો હોય તો અશ્મા-વલીની પેઠે તે પણ હિમનદી જોડે નીચે સરે છે, અને જ્યાં તે હિમનદીનું હિમ પીગળી જાય ત્યાં તે જમીન પર રહી જાય છે. આવી રીતે ઘણી વાર કોઇ ભેખડની કોર પર કે કોઈ એકલી અટુલી ટેક-રીની ટોચ પર એવો ખડક ટેકાઇ રહે છે. પહાડોના ઉંચા ભાગ પર ઘણીવાર લીસા, ચળકતા ખડક એવી રીતે ટેકાએલા જોવામાં આવે છે, અથવા કોઇ ડુંગરની ટોચ પર એવો એકાદો લીસો ખડક અદ્ધર ટેકાએલો જોવામાં આવે છે. તે જોઇ તે હાલની અથવા પૂર્વની કોઈ હિમનદીનું આ કામ હશે એમ આપણે કહી શકીએ છીએ. હિમરેખાની નીચેની ખીણના ભાગમાં જો આવાં લક્ષણો જોવામાં આવે તો આપણે એમ અનુમાન કરી શકીએ કે પૂર્વે ત્યાં હિમનદી વહેતી હશે. એવો ભાગ હિમરેખાની ઘણે નીચે આવેલો હોય તો ત્યાં હિમનદી હોવી કેમ સંભવે ? વિચાર કરતાં આપણને જણાય છે કે પૂર્વે હાલના કરતાં હવા વધારે ઠંડી હોવી જોઇએ, અને તે જ કારણથી હાલના કરતાં ઘણી નીચી સપાટી સુધી તે વખતે હિમનદીઓ ઉતરી હશે.

હિમાલયના જેટલી મોટી હિમ નદીઓ બીજા કોઈ પર્વત પર ભાગ્યે જ જોવામાં આવે છે. સાધારણ રીતે હિમાલય પરની હિમ-નદીઓ બે ત્રણ માઇલ લાંબી હોય છે. હિમાલય પરની કેટલીક તો ૨૪ થી ૪૦ માઇલ પણ લાંબી હોય છે.ઉત્તર તથા દક્ષિણ ઢાળ તરફ સરતી હિમનદીઓ ટુંકી હોય છે, પણ તે હારોની વચ્ચે આવેલી ખીણોમાં, એટલે કે તેની લંબાઇને સમાંતર આવેલી ખીણોમાં, થતી હિમનદીઓ લાંબી હોયછે. વીશહજાર ફીટથી વધુ ઉંચા ગએલા હિમાલયના ગગનચુંબી શ્રૃંગપ્રદેશો આ હિમનદીઓની જન્મભૂમિછે. હિન્દુસ્તાન તરફના હિમા-લયના ઉભા ઢાળ પર હિમનદીઓ આઠથી તેરહજાર ફીટ જેટલી નીચે સરી આવે છે. પૂર્વ હિમાલયના પ્રદેશમાં તે તેરહજાર ફીટથી નીચે ભાગ્યેજ ઉતરે છે, પણ કાશ્મીરમાં આવેલા પશ્ચિમ હિમાલયના ઢાળ પર તે આઠહજાર ફીટ જેટલી નીચાઈએ ઉતરી આવેલી જણાય છે. આનું કારણ એ છે કે કાશ્મીરમાં આવેલો હિમાલયનો ભાગ ઉંચા અક્ષાંશમાં છે, અને નેપાલ, ભૂતાનવાળો હિમાલયનો ભાગ નીચા અક્ષાંશમાં છે. નીચા અક્ષાંશમાં હવા વધારે ગરમ હોવાથી હિમનદી બહુ નીચે ઉતરી શકતી નથી.

પિરપિંજાલની ટોચ તથા ઉપલા ઢાળો પર ઘીસીવાળા તથા ઘસાઇ લીસા થઇ ગએલા પથ્થરોના ઢગ જોવામાં આવે છે, તથા હિમાલયના બીજા ભાગોમાં પણ એવા જ દેખાવ નજરે પડે છે. આ ઉપરથી તથા લોકકથા ઉપરથી એવું અનુમાન થાય છે કે હિમા-લય પરની હિમનદીઓ પર્વતની ટોચ તરફ પાછળને પાછળ હઠતી જાય છે. હાલ જણાતી હિમનદીઓ પહેલાંની હિમનદીઓનાં અતિ ક્ષીણ થએલાં અવશેષ માત્ર છે.

ઉત્તર તથા દક્ષિણ ધ્રુવ આગળના શીત કટિબંધના પ્રદેશમાં ઘણા લાંબા સમય સુધી બધી જમીન તથા દરિયાની સપાટી મોટાં વિશાળ હિમ ક્ષેત્રોથી ઢંકાએલી રહે છે. ઉનાળો આવતાં સમુદ્રના ઉષ્ણ ભાગ આગળ આવેલા આ હિમ ક્ષેત્રોના છેડા છૂટા પડી તરવા માંડે

છે,અને પછી એ હિમ રાશિએા સમુદ્રના પ્રવાહની દિશામાં જવા માંડે છે. આ સમય તેમના માર્ગમાં થઇ જતાં વહાણુ તથા આગબોટા માટે ઘણો ભયંકર છે, કારણુ કે જો ભેાગજોગે એમાંનેા એક અથડાય તો એ તેવી મેાટી આગબેાટને પણુ તોડી નાંખે. આવા એક મેાટા હિમરાશિની ટક્કરથી અમેરિકાની 'ટિટન' નામની પ્રખ્યાત આગબેાટ તૂટી ડુબી ગઇ હતી.

પ્રકરણુ ૬ ઠું

હવા તથા ગરમીનું કાર્ય

પૃથ્વીની સપાટી ઘડનાર બળેામાં હવા પણુ એકછે. એ જળ જેવું પ્રબળ કાર્ય કરતી નથી એ વાત ખરી, પરંતુ એનું કાર્ય નિરંતર વગર અટકે આખી પૃથ્વીની સપાટી પર ચાલ્યા જ કરે છે. એના જ કાર્યથી પર્વતના કઠણુ પાષાણુ ખવાઇ જાય છે, અને ખેડાણુની ભૂમિ પેદા થાય છે. એની અંદર જે વરાળ છે તે ખડકેામાં ચુસાય છે અથવા ખડકેા વચ્ચેની ફાટેામાં ઉતરે છે અને ત્યાં ઠરી જઈ ફૂલે છે તે વખતે મેાટા મેાટા ખડકેાને પણુ ચીરી તેાડી નાંખે છે.

હવા પૃથ્વીની સપાટી પર (૧) રાસાયનિક તથા (૨) યાંત્રિક રીતે વિકાર પેદા કરે છે. એની અંદરના વિવિધ વાયુએા ખડકેાનાં તત્ત્વેા જોડે ભળી જઇ તેમની સપાટી ઉપર સહેલથી ભુકેા થઇ જાય એવી પેાપડી બનાવી દે છે. જેવી રીતે હવાથી લેાઢું કટાઇ જાય છે તેવી રીતે ખડકેા પણુ વધારે એાછા ખવાઇ જાય છે.

હવાની બીજી અસર એ છે કે તેના ફુંકાવાથી સમુદ્ર કીનારા આગળની રેતી ઉડી ઉડી પાછળ ઘસડાઇ જાય છે, અને જ્યાં સ્હેજ પણુ અંતરાય નડે છે ત્યાં જામી જાય છે. આ પ્રમાણે કચ્છના રણુ-માં તથા થરના રણુમાં રેતીના ડુંગરેા બની જાય છે. આ પ્રમાણે ઉડતી રેતી ઘણીવાર બહુ લાંબા અંતર સુધી ઉડી જાય છે. રણુ જેવા

પ્રદેશની આસપાસ ઘણા માઇલ સુધીની જમીનની માટીમાં રેતી ઘણા સારા પ્રમાણમાં ભળેલી હોય છે. સાંભરના સરોવરની અંદર મીઠાનાં કણ ક્યાંથી આવ્યાં, એ પ્રશ્નના જવાબમાં એવું સુચવવામાં આવ્યું છે કે કચ્છના અખાત તરફથી ઉડી આવતી રેતીની જોડે ઘણા મોટા પ્રમાણમાં મીઠાનાં કણ આવે છે, અને રેતીમાં સેળભળ થઇ જાય છે. વરસાદના દહાડામાં એ મીઠાનાં કણ પાણીમાં ઓગળી જાય છે અને ઝરણાં વાટે નીચી ભૂમિમાં ઘસડાઇ જાય છે. ચોમાસામાં તો એ આખા સરોવરમાં સરાસરી ચાર ફીટ ઉંડું પાણી રહે છે, પણ ઉનાળામાં એ બધું પાણી સુકાઈ જાય છે ત્યારે મીઠાના જાડા પોપડા તેને તળીએ તથા બાજુએ પર જામી જાય છે.

ગરમીનું કાર્ય:—હવા પોતે પૃથ્વીના પૃષ્ઠ પર સીધી અસર કરે છે, તેના કરતાં પૃથ્વી પર પડતી ગરમી તેની પર ઘણી પ્રબળ અસર કરે છે. બધી વસ્તુએા ઓછા વધારે પ્રમાણમાં ગરમીથી ફુલે છે અને ઠંડકથી સંકેાચાય છે. પૃથ્વીના પોપડાના ખડક બધા એક સરખા દ્રવ્યના બનેલા હોતા નથી, તેથી તે બધા પર ગરમી અને ઠંડકની અસર એક સરખી થતી નથી. ખડકોનાં જુદા જુદાં દ્રવ્યો ઓછાં વધારે ફુલે છે અને સંકોચાય છે, અને પરિણામે ખડકનાં જુદાં જુદાં રજકણ એક એકથી છુટાં પડી જાય છે, અને એ રીતે તે ખડક ભાંગી જવાનું વલણ દેખાડે છે. સુકી હવા વાળા પ્રદેશોમાં ગરમીની વિનાશક અસર બહુ સ્પષ્ટ રીતે જોવામાં આવે છે, કારણ કે તેવા પ્રદેશોમાં ગરમી તથા ઠંડકની અસર વધારે મોટા પ્રમાણમાં થાય છે. આવા પ્રદેશોમાં વારા ફરતી ખૂબ ગરમી તથા ઠંડી થવાથી ખડકો ભાગીને ભૂકો થઇ જાય છે, અને એ રીતે તેવા પ્રદેશોમાં રેતીનાં રણ બની જાય છે. પૃથ્વી પર આવતી ગરમીમાં ઋતુ અનુસાર ફેરફાર થાય છે એટલું જ નહિ, પણ દિવસ દરમિયાન પણ તેમાં ગરમીના મોટા ફેરફાર થાય છે.

પર્વતના ઉંચા શ્રૃંગ પ્રદેશમાં ઉભા રહેતાં ત્યાંની નિઃશબ્દ ભવ્યતા

માણુસને ગભરાવી–અકળાવી નાંખે એવી હોય છે. એવા પ્રદેશમાં ઘાસ સિવાય કાંઇ વનસ્પતિ હોતી નથી કે જેનાં પાંદડાના ખડખડાટથી ત્યાંની શાંતિનો ભંગ થાય. ત્યાં કલરવ કરતાં પંખીઓના સ્વર સાંભળવાનો આનંદદાયી અનુભવ થવાનો સંભવજ નથી. તે પ્રદેશમાં પાણીનાં ઝરણાંનો મીઠો ખડખડાટ પણ સાંભળવાનો પ્રસંગ આવતો નથી; કારણ કે ત્યાંની અત્યંત ટાઢ વેગથી વહેતા પાણીને ઘન કરી થંભાવી દેછે. કોઇકવાર નીચેથી ઉંચે વાતો પવન તળેટીમાં નાચતાં કુદતાં ઝરણાના મીઠા ધ્વનિને ઉપર લાવે છે. પર્વતના શિખરના આવા એકાંત પ્રદેશને યોગીઓ પસંદ કરે તેમાં શી નવાઇ? આવા પ્રદેશમાં ઉભા રહી કાન માંડી સાંભળતાં ઘણી વાર ગબડી પડતા પથ્થરના કડાકા સંભળાય છે. થોડી થોડી વારે પર્વતનાં શ્રૃંગો તથા ધારો પરથી મોટા મોટા કકડાઓ કડાકા ધડાકા સાથે નીચે ખીણમાં ગબડી પડે છે. એ કકડાઓ એમ કેમ ગબડી પડતા હશે તે બાબતનો વિચાર કરતાં જણાય છે કે એ પ્રદેશમાં નિત્ય થતા ગરમી–ઠંડકના ફેરફારોની અસરથી ખડકો તુટી–ભાંગી જાય છે.

સજીવ દેહીઓનું કાર્ય

'સજીવ દેહીઓ' એ શબ્દમાં જીવતા દેહધારી માત્રનો સમાવેશ થાય છે. પ્રાણી તથા વનસ્પતિ બંને સજીવ છે. તેથી સજીવ દેહીઓમાં એ બંનેનો સમાવેશ થાય છે. પૃથ્વીનું મુખપૃષ્ઠ ઘડવામાં પ્રાણી તથા વનસ્પતિ જાણવા જેવો ભાગ લે છે. વનસ્પતિથી ઢંકાયેલા ભાગ પર કુદરતી બળો ખુલ્લા ભાગ જેટલું કાર્ય કરી શકતા નથી, કારણ કે તેમનાં મૂળથી બંધાયેલાં ભૂમિનાં રજકણ સહેલાઇથી ધોવાઇ જતાં નથી. એટલુંજ નહિ, પરંતુ ઉગતી અને મરી જતી વનસ્પતિથી જમીનમાં પ્રતિ વર્ષે નવાં તત્ત્વોનો ઉમેરો થાય છે. દર વર્ષે ઝાડપરથી ખરી પડતાં સુકાં પાંદડાં, તેમજ મરી ગયેલા છોડનાં મૂળ અને ડાળાં જમીનપર પડી સડે છે અને તેમનાં તત્ત્વ માટીમાં મળી જાય છે.

વનસ્પતિનું કાર્યઃ—સમુદ્ર કિનારા આગળ અથવા રણપ્રદેશમાં ઉગતાં કેટલીક જાતનાં ઘાસ તથા ઝાડ ત્યાંની રેતીનાં કણને બાંધી રાખે છે અને ઉડી જતાં અટકાવે છે. વર્ષો જતાં એ રેતીમાં માટી તથા મરી ગયેલી વનસ્પતિનાં અંગ ભળે છે તેથી ત્યાં કંઈક અંશે રસાળ જમીન થાય છે. આવી રીતે એવા પ્રદેશોની જમીન ઉત્તરોત્તર સુધરતી જાય છે. નદીમાં ઘસડાઇ આવેલો કાંપ, તેના મુખ આગળ ઉગતિ વનસ્પતિથી બંધાય છે અને ત્યાં નક્કર જમીન બને છે. તળાવો તથા પંક–પ્રદેશોની માટીમાં પાણીમાં ઉગતી લીલ–સેવાળો એટલા મોટા પ્રમાણમાં ભળેલી હોય છે કે ઘણા ફીટના જાડા વનસ્પતિ મિશ્ર માટીના થરો એવે સ્થળે જોવામાં આવે છે. આવી માટીનો આયર્લૅન્ડમાં બળતણ તરીકે ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

હવા ન લાગે એવી રીતે કોઇ વનસ્પતિ અથવા વનસ્પતિનો કોઇ ભાગ ભીની જગામાં દટાઇ જાય, તો એવા સંજોગોમાં એકો સડો થઇ તેનો કોયલો બને છે. આપણી પૃથ્વી પર કોયલાની મોટી મોટી ખાણો જુદે જુદે સ્થળે નીકળે છે, તે બધીનો કોયલો આ રીતે બનેલો છે. મોટાં જંગલમાંથી વહેતી નદીઓનાં પૂર તે જંગલનાં ઝાડ અથવા પડેલા ઝાડના ભાગને ખેંચી લઈ જાય છે, અને ઘણીવાર નદીના મુખ આગળના પહોળા ભાગમાં પાણીનો વેગ ઘટતાં તે બધાં તળીએ બેસે છે અને ઘસડાઇ આવેલા કાંપમાં દટાઈ જાય છે. આ પ્રમાણે દટાયેલી વનસ્પતિમાંથી કોયલો બને છે. ઘણીવાર એમ બને છે કે નદીના મુખ આગળનો પ્રદેશ ધીરે ધીરે નીચો દબાતો જાય છે અને તેવે વખતે તે પ્રદેશમાં ઉગતાં જંગલ ધીરે ધીરે ત્યાં ઘસડાઇ આવતા કાંપમાં દટાઈ જાય છે. ઘણે વર્ષે આ પ્રમાણે આખું જંગલ દટાઈ જાય અને તેની વનસ્પતિ બળી કોયલો થઇ જાય. જૂનું જંગલ આમ નીચું બેસતું જતું હોય તે અરસામાં તેના ઉચ્ચ ભાગોમાં નવું જંગલ ઉગે અને તે પણ એવીજ રીતે પાછું જમીનમાં દબાઇ જાય. ઘણે વર્ષે નીચે દબાતો જમીનનો

ભાગ પાછો ઉપસવા માંડે ત્યારે પૂર્વે કાળમાં બનેલાં કોયલાનાં ક્ષેત્રો પાણીની સપાટી બહાર નીકળી આવે.

નદીનાં મુખ આગળના પ્રદેશોમાં, તળાવોમાં તથા નીચા પંક પ્રદેશોમાં ઉગતી વનસ્પતિમાંથી કોયલાના થર બને છે એટલુંજ-નહિ, પણ તેવા પ્રદેશોમાં જળને તળિયે ચકમકિયા પથ્થરના થર બાઝી જાય છે. નરી આંખે દેખાય નહિ એવાં ઝીણાં અસંખ્ય જંતુ-ઓનાં ખોખાંથી એ થર બને છે તે જાણી આપણને આશ્ચર્ય લાગ્યા વગર રહેતું નથી. આ જંતુઓ 'ડાયાટોમ' કહેવાય છે. તેમનાં શરી-રની આસપાસ ચકમકના પથ્થરનું ખોખું હોય છે. આ પ્રાણીઓ મરી જાય છે, ત્યારે તેમનાં શરીરનાં ખોખાં જળાશયને તળિયે ઠરે છે. ઘણાં વર્ષ આ ક્રિયા ચાલુ રહેતાં આખરે તળિયા પર ચકમક પથ્થરના મોટા થર રચાય છે. સમુદ્ર કિનારાથી દૂર આવેલા ઉંડા પાણીના ભાગમાં પણ આ જંતુ ચકમકીયા પથ્થરનાં મોટાં થર બનાવે છે.

પ્રાણીનું કાર્ય:—'ડાયાટોમ' પેઠે ઘણાં પ્રાણીઓ પણ પોતાના શરીરનું રક્ષણ કરતાં કવચો વડે જળાશયોના તળિયાં પર મોટા થર રચે છે. આ થરની રચનામાં મોટાં પ્રાણી કરતાં ઝીણાં નરી આંખે ન દેખી શકાય એવાં સૂક્ષ્મ જંતુઓ મુખ્યત્વે ભાગ લેછે એ જાણી ખરેખરી નવાઇ લાગે છે. નદીઓનાં મુખ આગળ કે તળાવમાં કે પંક પ્રદેશમાં ઘણાં પ્રાણીઓનાં હાડપિંજર ઘસડાઇ આવી દટાઇ જાય છે એ વાત ખરી, પણ તેવાંથી કાંઈ કોઇ ખાસ થર બનતો નથી: પરંતુ છીપાણી વાળાં જંતુઓની છીપાણીઓ તથા છિદ્રાળુ ખોખાં વાળાં સૂક્ષ્મ જંતુઓ અને પરવાળાનાં જંતુઓનાં ખોખાંથી મોટા થર થાય છે.

ટોળા બંધ રહેતી કાલુ માંછલી તેમજ બીજાં છીપાણી જંતુઓ મરી જાય છે, ત્યારે તેમની છીપાણીઓ નદીના મુખ આગળના કાંપમાં દટાય છે. આમ ઘણાં વર્ષ થયા કરે છે એટલે આખરે ત્યાં

છીપાણીના ચુનાનો થર થાય છે. વખત જતાં ઉપરનાં પાણી તથા માટીના ભારથી તે ચુનાનો થર જામી નક્કર થઈ જાય છે. દરિયાના ઉંડા ભાગમાં 'ગ્લોબીજરાઇના' નામનાં સૂક્ષ્મ જંતુ હોય છે. તેમના શરીરની આસપાસ ઝીણાં છિદ્ર વાળાં સફેદ ખડી જેવા પદાર્થનાં કવચ હોય છે. આ જંતુઓ સમુદ્રમાં બહુ મોટી સંખ્યામાં હોય છે. આ જંતુઓ મરી જાય છે, ત્યારે તેમનાં ખોખાં દરિયાને તળિયે ઠરે છે. અનંત યુગોથી આ પ્રમાણે થતું આવતું હોવાથી, તે સમુદ્રોનાં તળિયા પર પોચી, ચીકણી અને રાખોડીઆ રંગની માટીનો મોટો થર બાઝી જાય છે. આ માટી સુકાય છે ત્યારે ખડીના ભૂકા જેવી જણાય છે. સૂક્ષ્મ દર્શક યંત્ર નીચે તપાસતાં એ માટી ઉપર વર્ણવેલાં છિદ્રાળુ ખોખાંવાળાં જંતુઓના ખોખાંની બનેલી જણાય છે. આના જેવાંજ બીજી જાતના જંતુઓનાં ખોખામાંથી ખડી કે ચાક બને છે. એક એકને અડકે એમ એક હજાર આવાં જંતુઓ ગોઠવીએ તો તે ભાગ્યેજ એક ચોરસ ઈંચ કરતાં વધારે જગા રોકે! એ જંતુઓનું કદ કેટલું નાનું હશે તેનો આ ઉપરથી આપણને ખ્યાલ આવે છે. મધ્ય દરિયાના ઉંડામાં ઉંડા ભાગમાં કાંઇ રતાશ પડતી રાખોડિયા રંગની માટી હોય છે. આ માટીની ઉત્પત્તિનો કાંઇ ચોકખો ખુલાસો હજુ મળ્યો નથી, પરંતુ છિદ્રાળુ ખોખાંની બનેલી માટી તથા જ્વાળામુખીઓની ખાખના મિશ્રણની તે બનેલી હોવી જોઇએ.

પરવાળાનાં જંતુઃ—પરવાળાનાં બેટ પ્રાણીઓની કૃતિના બહુ અદ્‌ભુત નમૂના છે. પરવાળાંનો એકાદો ટુકડો લઇ તપાસતાં જણાય છે કે તેનો આકાર ડાળાં ડાળી વાળા છોડ જેવો હોય છે અને તેની પર અસંખ્ય ઝીણાં ઝીણાં કાણાં હોય છે. જીવતાં પરવાળામાં આ દરેક કાણામાં એક એક જંતુ હોય છે. જ્યારે એ જંતુ મરી જાય છે ત્યારે તેનું બહારનું ખોખું માત્ર રહી જાય છે. પરવાળાના બેટના બધા ભાગમાં જીવતાં જંતુ હોતાં નથી. મોટી

ભરતી વખતે ઢંકાય એ મર્યાદાથી માંડી ૧૦૦ કે ૧૨૦ ફીટ જેટલી નીચાઈ સુધીના પ્રદેશમાંજ જીવતાં જંતુ જોવામાં આવે છે. આ મર્યાદામાં તેઓ ઘણી આબાદ હાલતમાં રહી જોસથી વધી શકે છે. દરિયાનાં પાણીમાંથી ચુનાના કાર્બોનેટનાં કણ જૂદાં પાડવાની તેમ-નામાં શક્તિ હોય છે. એ કણ વડે તેઓ પોતાનાં ખોખાં બનાવે છે. આ હકીકત ધ્યાનમાં લેતાં પરવાળાના એક મોટા બેટની બનાવટમાં કેટલાં બેશુમાર જંતુઓએ ભાગ લીધો હશે તે ખ્યાલ આવતાં આપણે આશ્ચર્યમાં ગરક થઈ જઈએ છીએ.

સામાન્ય રીતે આ જંતુઓ કોઈ ખંડ કે બેટના કિનારા પાસેના સમુદ્રના તળિયા પર પોતાનું કાર્ય શરૂ કરે છે. ઉપર વધતાં વધતાં તેઓ મોટા જુવાળની મર્યાદા સુધી આવી પહોંચે છે. આ વખતે ખંડના કિનારા આગળ લાંબી ઝાલરના આકારમાં અને ટાપુઓની આસપાસ ફરતી ઝાલરના આકારમાં તેઓ ઉગે છે. આવી રીતે ઉગતાં પરવાળાં તે ખંડ કે ટાપુની આડરૂપ બની જાય છે. સમુદ્રનાં મોજાં તેઓ ખાળે છે, તેથી તેમની પાછળના દરિયાનો ભાગ શાંત સરોવર જેવો થઈ ગયેલો જણાય છે. હવા તથા પાણીની અસરથી ખવાઇ ગયેલી પરવાળાંના બેટની ઉપલી સપાટી તથા ખેંચાઇ આવેલો કચરો તેમજ બીજા પ્રાણીનાં અવ-શેષ વગેરે મળી થતી ભૂમિમાં કોઈ કોઇ વનસ્પતિ ઉગી નીકળે છે.

આ પરવાળાના બેટ કેટલીક વાર કોઇ ખંડ કે બેટની ઝાલ-રના આકારમાં હોય છે, તો કોઇક વાર તેમની અને કિનારાની જમીનની વચ્ચે દરિયાનું પાણી શાંત તળાવના આકારમાં આવી ગયેલું હોય છે. કોઇક વાર આવા બેટ ગોળ ઝાલર જેવા આકારના હોય છે, અને તે ઝાલરની વચમાં સમુદ્રનો ભાગ આવી ગયેલો હોય છે.

આવા જુદી જુદી જાતના પરવાળાના બેટ કેવી રીતે ઉત્પન્ન થયા હશે એ કુતૂહલ કરે એવો પ્રશ્ન છે. ચાર્લ્સ ડાર્વિન નામના

વિદ્વાનની એવી ધારણા છે કે જો પૃથ્વીની સપાટી સ્થિર રહે અને દરિયો છાછરો હોય તો, પરવાળાનાં બેટ પ્રથમ મોટા જુવાળની મર્યાદા સુધી આવી પહોંચે અને પછી કિનારાથી દૂરની બાજુએ વધવા માંડે; પરંતુ જો સમુદ્રનું તળિયું ધીરે ધીરે દબાવા માંડે તો તે જેટલું દબાય તેટલો ભાગ પરવાળાનાં જંતુ બનાવી લે અને બેટના મથાળાને મોટા જુવાળની મર્યાદા સુધી પહોંચતો રાખે. બેટનો દરિયા સરતો આવેલો ભાગ જેટલો વધે તેટલો તેની અંદર આવેલો ભાગ વધે નહિ એટલે બેટ બહારથી અંદર ઢળતો રહે અને પરિણામે તેની ઉપર પાણી ફરી વળે. ધીરે ધીરે બેટની જમીન અને પરવાળાની કોર વચ્ચેનું અંતર વધી જાય છે અને તેથી ત્યાં સરોવર જેવો ભાગ બની જાય છે. આખરે બેટની જમીન પુરેપુરી બેસી જાય છે ત્યારે પરવાળાનો બેટ ગોળ ઝાલર જેવો થઈ જાય છે અને તેની મધ્યમાં ખારા પાણીનું સરોવર રચાઇ જાય છે.

ડાર્વનની આ સમજૂતિ બધા પરવાળાના બેટને લાગુ પડતી નથી એમ ડૉ. મુરેએ બતાવ્યું છે. ખારા પાણીનાં તળાવોની આસપાસ આવેલી પરવાળાના બેટની ગોળ ઝાલર કાંઇ હમેશાં જમીનના નીચા દબાવાથી થતી નથી. ઝાલરની કડીના અંદરના ભાગમાં રૂંધાઇ રહેતા સમુદ્રના પાણીમાં કાર્બન ડાયોક્સોઇડનું પ્રમાણ વધારે હોય તો તેનાથી પરવાળાના ચુના-પથ્થર ઓગળી જાય છે અને એ રીતે કડીની અંદર પાણીનો વિસ્તાર વધે છે. પરવાળાં બંધાતા પહેલાં તે સ્થળ આગળની જમીન સમુદ્રના કાર્યથી ધોવાઈ નીચી અને સપાટ થઈ ગઇ હોય તો પણ આવું પરિણામ નીપજી શકે, કારણ કે એવે પ્રસંગે આખા ટાપુ પર પાણી ફરી વળે છે, અને ત્યારબાદ તેને ફરતી પરવાળા બેટની ઝાલર રચાય છે.

રાસાયનિક કાર્ય

ઉપર વર્ણવેલાં કુદરતી બળો ઉપરાંત પૃથ્વીના શિલામય પોપડામાં થતાં રાસાયનિક કાર્યથી પણ ખડકોમાં ઘણા ફેરફાર થાય

છે. પૃથ્વીના શિલામય પોપડામાં રાસાયનિક વિકારો થાય છે અને તેને પરિણામે કેટલાક થર ઘટ્ટ અને નક્કર બને છે તો કેટલાક પોચા પડી ઓગળી પણ જાય છે. ઘણી વાર જુદાં જુદાં દ્રવ્યોના મળવાથી ખડકના થરોની અંદર નવાં દ્રવ્યો પણ થાય છે. નદી વાટે ઘસડાઇ આવી સમુદ્રના તળિયા પર પથરાયેલાં રેતીનાં કણ વચ્ચે ચુનાનું દ્રવ્ય ઠરવાથી તેઓ એક મેક જોડે દઢ રીતે જોડાઇ જાય છે. આમ જુદાં જુદાં કણોને જોડી એકત્ર કરવાનું કામ ચુના ઉપરાંત રેતીનું દ્રવ્ય (સિલિકા) તથા લોહરસ પણ કરે છે. આપણે આગળ જોયું છે કે ઝરાઓનાં પાણી તેમનાં પાત્ર પર ઘણી પ્રબળ રાસાયનિક અસર કરે છે, અને પરિણામે તેમનાં પાણીમાં વિવિધ દ્રવ્યો ઓગળેલાં હોય છે. ઝરો વહે છે તે વખતે સૂર્યની ગરમીથી તેનું પાણી ઉડી જાય છે અને પરિણામે તેની અંદરનું દ્રવ્ય તેના પાત્ર તથા કિનારા પર નક્કર થર રૂપે જામી જાય છે. જમીનમાંથી નીકળતાં ડામર જેવા રસ તથા ઘાસતેલ અને નપ્થા તેલના ઝરા પણ રાસાયનિક પેદાશજ ગણી શકાય.

પ્રકરણ ૬ ઠું.

ભૂગર્ભમાં કાર્ય કરતાં બળ.

પૃથ્વીની સપાટી પર નિરંતર કાર્ય કરી, તેને ઘસી નાંખનાર કે તેની પર ધોવાણનું કાર્ય કરનાર વાયુ, જળ તથા પ્રાણી–વનસ્પતિનાં કાર્ય તો આપણે જોયાં. એ બળો પૃથ્વીના ઉચ્ચ ભાગોને ઘસી નાંખે છે, અને તેમ કરતાં પડેલા છોલને ઉત્તરોત્તર નીચેને નીચે ઘસડી જઇ આખરે દરિયાના કે સરોવરના તળિયા પર પાથરે છે. ટુંકામાં એ બળો ઉંચા પ્રદેશોને નીચા કરે છે, અને પૃથ્વીની ઉપરના નીચા પોલા ભાગોને પુરે છે. એ બળોની આખર અસર

આખી પૃથ્વીની સપાટી એક સરખી અથવા સમતલ કરવાની છે. જ્યારે આ બળો આવું કામ કરી રહ્યાં છે ત્યારે પૃથ્વીના ગર્ભની અંદરનાં બીજાં કેટલાંક બળ એથી વિરૂદ્ધ કાર્ય કરી રહ્યાં છે. તે બળો પૃથ્વી ઉપર નવા નવા ભાગો ઉપસાવ્યે જાય છે, અને તેને પરિણામે કેટલાક ભાગ નીચા બેસતા જાય છે. એ બળોથી સમુદ્રના પાણીમાં ડૂબેલા, અને અનંત યુગોથી બંધાયેલા થરો પાણીની બહાર ઉપસી આવે છે, અને પૃથ્વીની સપાટી પરના ઘસાઇ ગયેલા ઉચ્ચ પ્રદેશોનું સ્થાન લેછે. ગગનચુંબી શિખરોવાળા ગિરિઓ, તથા તેમના સીધા અને ઉભા ઢાળવાળાં, અથવા ક્રમે ક્રમે ઢળતાં વનરાજીથી ઢંકાયેલાં પડખાં, તથા બે બાજુએ આવેલી ઉંચી ધારોની વચ્ચે સુતેલી અને વિવિધ વનવૃક્ષોથી વિરાજી રહેલી, મનહર શૈલ ખીણોનાં સુન્દર દશ્યો; તેમજ ઓછી ઉંચાઇવાળી ટેકરીઓથી લહેરાતા ભૂમિપ્રદેશ–આવાં બધાં દશ્યો ભૂગર્ભની અંદર કાર્ય કરતાં બળોને આભારી છે. ભૂગર્ભની અંદર રહી પ્રચંડ કાર્ય કરતાં આ બળ તે જ્વાળામુખી બળ, ધરતીકંપ અને પૃથ્વીના પોપડામાં થતી ધીરી તરંગ ગતિ છે. જ્વાળામુખી બળથી પૃથ્વીની અંદરથી વરાળનાં વાદળાં, રાખોડી તથા પીગળેલાં પત્થરનાં પૂર ચોમેર ફેંકાય છે. ધરતી કંપ પૃથ્વીના વિશાળ પ્રદેશોને કંપાવી નાખે છે. પૃથ્વીનાં પોપડામાં થતી હિલચાલ બહુ ધીરી છે અને યુગોને અંતે તેની અસર જણાય છે. પૃથ્વીના પોપડામાં એથી નાની મોટી કરચલીઓ પડી જાય છે. આ ક્રિયા દરમિયાન પડેલી મોટી કરચલીઓના ખંડ બને છે અને તે કરચલીઓ વચ્ચેના નીચા ભાગમાં પાણી ભરાવાથી સમુદ્રો થાય છે. સૂકી જમીન પર એજ બળથી થતી કરચલીઓને પરિણામે પર્વતની હારો પેદા થાય છે. હવે આપણને બરાબર સમજાય છે કે પૃથ્વીની સપાટી પર કાર્ય કરતાં બળ પૃથ્વીની આસપાસ આવી રહેલા વાતાવરણમાં રહે છે, અને તેમની અસર મુખ્યત્વે વિનાશક છે. તે આખી પૃથ્વીને સમ-

નલ કરવા મથે છે. પૃથ્વીની સપાટી પરથી ખોદી કાઢેલાં દ્રવ્યો ઘસડાઇ સમુદ્રના તળિયા પર પથરાય છે. બીજાં બળ પૃથ્વીના ગર્ભની અંદર રહેલાં છે અને તેમનું કાર્ય જમીનને ઉપસાવી, જમીનની સપાટી પર દશ્યોની વિવિધતા લાવવાનું છે. આ બંને બળોના એક સાથે થતાં કાર્યથી પૃથ્વી વસાયતને લાયક રહી શકી છે. પૃથ્વીની ઘટનામાં તથા તેને ટકાવી રાખવામાં એ બંને બળો સરખાં જરૂરી છે.

પૃથ્વી ગોળ છે તે તો આપણે આગળ જોઈ ગયા. તે પોતાની ધરી પર ચોવીસ કલાકમાં એક આંટો ફરી રહે છે તથા એક વર્ષમાં સૂર્યની પ્રદક્ષિણા ફરી રહે છે, એ પણ આપણે જોયું. હવે એનો અંદરનો ભાગ એટલે કે એનું પેટુ કેવું છે તે આપણે જોઇએ.

પૃથ્વીની અંદરની ગરમી:—પૃથ્વી ગોળ છે પણ તે દડા જેવી બધી બાજુ સરખી ગોળ નથી. બારીક રીતે તપાસ કરતાં જણાય છે કે તે ઉત્તર તથા દક્ષિણ ધ્રુવો આગળ કંઇક ચપટી તથા વિષુવવૃત્ત આગળ ફુલેલી છે. ટુંકામાં તેનો આકાર નારંગી જેવો અથવા માટલા જેવો છે. આ ઉપરથી પ્રશ્ન ઉઠે છે કે પૃથ્વીનો આકાર આવો કેમ? નરદમ ગોળ કેમ નહિ? એતો સામાન્ય અવલોકનની વાત છે કે કુંભારના ચાક ઉપર મૂકેલો માટીનો પિંડો આવોજ–માટલા જેવો આકાર લેછે. તો શું પૃથ્વીનો પદાર્થ માટી જેવો નરમ અને પોચો છે? હાલમાં તો તે પોચો હોય એમ જણાતું નથી, પછી ભૂતકાળમાં હોય તો ઇશ્વર જાણે. ગણિત શાસ્ત્રીઓએ આ બાબત બહુ ગણતરી કરી સિદ્ધ કર્યું છે કે પૃથ્વી જેવો મોટો ગોળો જો પોચો હોય અને હાલ ફરે છે તેમ જોરથી ગોળ ગોળ ફરતો હોય તો તે ઉપલે તથા નીચલે છેડે હાલમાં છે તેવો અને તેટલો ચપટો થાય. આ ઉપરથી એવો તર્ક કરવામાં આવે છે કે આપણી પૃથ્વી પહેલાં હાલના કરતાં વધારે ગરમ હતી, અને ગરમીને લીધે પોચી હતી. જેમ જેમ તેમાંથી ગરમી નીક-

ળતી ગઈ તેમ તેમ તેની સપાટી ઠંડી ગડતી ગઇ, અને જેમ દૂધ પર મલાઇનો પુડો બાઝે છે તેમ તેની પર કઠણ અને ઠંડો પોપડો બંધાતો ગયો. ઠંડા મલાઇના પુડા નીચે ગરમ દૂધ હોય છે તેમ તેનો અંદરનો ભાગ હજુ પુષ્કળ ગરમ છે.

પૃથ્વીનો અંદરનો ભાગ ગરમ છે એ સાબીત કરવું ઘણું સહેલું છે. પૃથ્વી ઉપર ઠામ ઠામ જ્વાળામુખી કાર્ય થતું જોવામાં આવે છે, અને જ્વાળામુખીના મુખમાંથી પીગળેલા ખડકોનો રસ, રાખોડી તથા વરાળના ગોટે ગોટ નીકળે છે. એ બધી ગરમી આવી કયાંથી ? દેખીતી રીતે પૃથ્વીના પેટામાં રહેલી ગરમીનું જ એ પરિણામ છે. ઊના પાણીના ઝરા પણ એજ વાતની સાખ પુરે છે. પૃથ્વીની સપાટી નીચે થોડા વાર સુધીની ભોંય ઋતુના ફેરફારને અનુસરે છે, પણ તેની નીચેના ભાગમાં ઋતુના ફેરફારની અસર પહોંચતી નથી. એ ભાગ ખોદી જેમ જેમ આપણે ઉંડા ઉતરતા જઇએ છીએ તેમ તેમ સરાસરી સાઠ ફીટે એક અંશ ફેરનહીટ જેટલી ગરમી વધે છે. ખાણ તથા કુવા ખોદનારનો તેમજ સાયડાના કુવા કોચનારનો આવોજ અનુભવ છે. પૃથ્વીના પેટામાં ગરમી છે તથા પૃથ્વીના ગોળાની ગરમી બહાર નીકળી જવાથી તેની સપાટી ઠંડી પડી જઈ તેની ઉપર પોપડો બંધાયો છે એ વાત હવે આપણા ધ્યાનમાં ઉતરે છે. ભૂતકાળમાં અનંત યુગો પૂર્વે પૃથ્વી ઢીલી અને ગરમ હશે એ વાત પણ ગળે ઉતરે છે.

હવે પ્રશ્ન એ છે કે જો ઉપર કહ્યું તેમ દર સાઠ ફીટે પૃથ્વીની ગરમી એક અંશ જેટલી વધ્યે જાય તો ૫૦ માઇલ ઉંડાણે તો એટલી બધી ગરમી હોય કે તેમાં દુનિયા પરની કોઈ પણ વસ્તુ નક્કર સ્થિતિમાં રહી શકે નહિ. આ ઉપરથી ત્રણ તર્ક ઉત્પન્ન થાય છે.

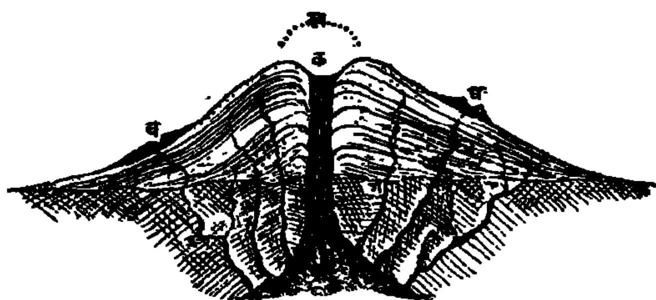
(૧) આમ હોય તો તો આપણે એમ માનવું પડે કે પૃથ્વીનો ઘણો ખરો ભાગ ગરમ અને દ્રવ રૂપ છે, તથા તે એક પાતળા

પોપડાથી ઢંકાયેલો છે; પણ (૨) જો આમ હોય તો સૂર્ય અને ચંદ્રના આકર્ષણથી પૃથ્વીના દ્રવ રૂપ ભાગમાં જે ભરતીઓનાં મોજાં થાય તેની અસર તે પાતળા પોપડા ઉપર થયા વગર રહે નહિ, અને તેમાં પણ તેવાં મોજાં થાય; પણ પૃથ્વીના બહારના પોપડા પર અંદરના મોજાંની કંઇ અસર થતી દેખાતી નથી તેથી એમ માનવું પડે છે કે તે સારી પેઠે જાડો હશે. પ્રૉ. હોપકિન્સની ગણતરી પ્રમાણે તો તે ૮૦૦ થી ૧૦૦૦ માઇલ જાડો હોવો જોઇએ. (૩) લોર્ડ કેલ્વિનનો એવો મત છે કે પૃથ્વીનો પોપડો ૨૦૦૦ કે ૨૫૦૦ માઇલ જાડો હશે અથવા તો કોઇકિ કોઇક ભાગ સિવાય આખી પૃથ્વી નક્કરજ હોવી જોઇએ. આ બે એક એકથી વિરૂદ્ધ વાતો કેમ સંભવે ? પણ આની સમજુતિ સહેલી છે. ગરમીથી વસ્તુઓ પીગળે એ વાત ખરી પરંતુ જો તે વસ્તુ પર ખૂબ દબાણ હોય તો દબાણ વગર જેટલી ગરમીએ તે પીગળે તેટલી ગરમીએ તે દબાણ નીચે પીગળે નહિ; એટલે લોર્ડ કેલ્વિનની માન્યતા અસંભવ છે એમ માનવા કારણ નથી. એ બધું ગમે તેમ હોય તથા પૃથ્વીનો અંતર્ભાગ ગમે તેવો હોય પણ એટલી તો વાત નક્કીજ છે કે પહેલાં પૃથ્વી હાલના કરતાં વધારે ગરમ અને પોચી હતી અને ત્યાર બાદ ગરમી બહાર નીકળી જવાથી તે ધીરે ધીરે ઠંડી પડતી ગઈ છે અને હજુ ઠંડી પડતી જાય છે. જેમ જેમ પૃથ્વી ઠંડી પડતી જાય છે તેમ તેમ તેની ઉપર નક્કર પોપડો બંધાતો જાય છે, અને ઠંડી પડવાથી જેમ જેમ પૃથ્વી સંકોચાય છે તેમ તેમ તેની ઉપરનો પોપડો નીચો દબાય છે તથા તેમાં કરચલીઓ પડે છે. આ કરચલી પડવાની ક્રિયાથી સૂકી જમીન તથા સમુદ્રો અને પર્વતની હારો પેદા થાય છે. પ્રત્યેક સ્થાનની જેવી રચના તે પ્રમાણે ત્યાં ખાસ અસર થાય છે. કેટલેક ઠેકાણે એ હીલચાલ બહુજ ધીરી તથા બેમાલુમ હોય છે, તો કેટલીક જગાએ તે પ્રચંડ ધરતીકંપ રૂપે દેખાવ દઇ વિશાળ પ્રદેશને પલકમાં ઉજાડી નાંખે છે. આવી હીલચાલો દર-

મિથાન પોપડાના કોઈ પાતળા ભાગમાં ચીરા પડી તે વાટે પૃથ્વીની અંદરનો પીગળેલો રસ તથા વરાળ બળ કરી બહાર ઉભરાઈ ફેંકાય છે. આ અસર તે જ્વાળામુખી કાર્ય. ભૂગર્ભમાં રહી કાર્ય કરતાં વિવિધ બળોનું આપણે હવે વિસ્તારથી વિવેચન કરીશું.

જ્વાળામુખી પર્વત એટલે શું ?

જ્વાળામુખી કાર્ય—ઘણાનું એવું માનવું છે કે કોઇ પર્વતના અંદરના ભાગમાં અત્યંત ગરમી પેદા થાય છે, ત્યારે તે ફાટે છે, અને તેમાંથી વરાળ, તથા ધગધગતો પીગળેલા પથ્થરોનો રસ વહેવા માંડે છે. આ માન્યતા ભૂલ ભરેલી છે. કોઇ જુનો પહાડ ફાટવાથી નહિ, પણ જ્વાળામુખી કાર્યને પરિણામે નવો પર્વત બને છે. પ્રથમ



આકૃતિ ૬—જ્વાળામુખીની ઘટના દેખાડતું છેદ ચિત્ર अ, મુખ; क, નળી; ग,ग બાજુની ફાટો; घ,घ અગ્નિશૈલનાં બચ્ચાં.

અમુકજગાએ જમીનમાં ફાટ અથવા ચીરો પડે છે, અને પછી તેમાંથી ધડાકા કડાકા સાથે વરાળના ગોટેગોટ નીકળી ચોમેર છવાઇ જાય છે. પછી અંદરથી પથ્થરના ટુકડા, રાખોડી, ધૂળ વગેરે ઘણા જોરથી ઉડી પડે છે. વચ્ચે વચ્ચે તેમાંથી ઉભરાતા પથ્થરના રસમાંથી નાના મોટા ગોળાઓ પણ ચોમેર ઊડે છે. આ પ્રમાણે કંઇ હરહંમેશ થયાં કરતું નથી. તોફાન પ્રસંગે જમીનમાંથી નીકળેલો રસ પેલી મૂળ ફાટની આસપાસ જામી

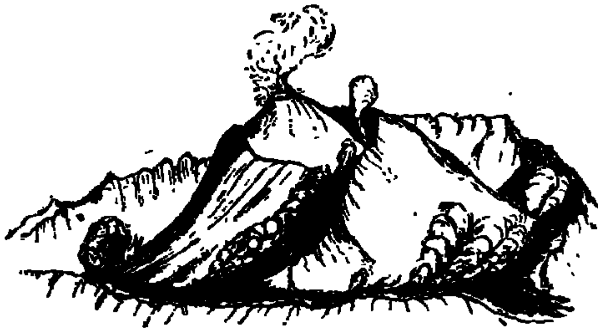
જાય છે. અને તેથી એ ભાગ આસપાસની જમીન કરતાં ઉંચો થાય છે. જેટલી વાર આમ જ્વાળામુખીનું તોફાન થાય છે તેટલીવાર મૂળ ડુંગરીમાં કંઇને કંઇ ઉમેરો થાય છે. આમ થતાં થતાં આખરે ત્યાં મોટો પહાડ બની જાય છે. આવી રીતે બનેલો પહાડ **અગ્નિ શૈલ** (જ્વાળામુખી પર્વત) કહેવાય છે. આવા પહાડની ટોચ આગળ હંમેશાં ગરણી આકારનો ખાડો હોય છે. તે અગ્નિશૈલનું મુખ કહેવાય છે. એ ભાગ એક લાંબી નળીથી મૂળ ફાટની જોડે જોડાએલો હોય છે.

જ્વાળામુખીનાં આકાર તથા કદ:—અગ્નિશૈલો સામાન્ય રીતે શંકુ આકારના હોય છે. કેટલીકવાર મૂળ મુખના પુરાઇ જવાથી, અથવા પર્વતનું કદ ઘણું વધી જવાથી પથ્વીના પેટામાંથી ઉભરાઈ આવતો રસ ટોચ સુધી પહોંચી શકતો નથી. આવે વખતે ઘણીવાર મૂળ જ્વાળામુખી પહાડની બાજુમાં બીજું મુખ કરી તે રસ બહાર નીકળી જાય છે. આ પ્રમાણે એક નવું મુખ અથવા નવો જ્વાળામુખી થાય છે. એ મૂળ જ્વાળામુખીનું બચ્ચું ગણી શકાય. કેટલીક વાર આવું નવું બચ્ચું બહુ જોર દાખવે છે, અને મૂળ જ્વાળામુખીને ઢાંકી દે એવું મોટું કદ ધારણ કરે છે. આવાં બચ્ચાં થાય છે, ત્યારે મૂળ જ્વાળામુખીની શંકુ આકૃતિનો લોપ થાય છે. આવા એકએકમાંથી ઉત્પન્ન થયેલા ઘણા જ્વાળામુખીઓના કાર્યથી, ઘણા મોટા વિસ્તારવાળા પ્રદેશો પર આવા અગ્નિશૈલો રચાઈ જાય છે. ઉપર લખ્યું છે તે ઉપરથી સમજાશે કે અગ્નિશૈલોના કદની બાબતમાં કંઇ ચોક્કસ નિયમ આપી શકાય એમ નથી. સિસિલીમાંનો એટના ૮૭ માઇલના ઘેરાવા વાળો અને ૧૦,૮૦૦ ફીટ ઉંચો છે અને એકોન્કાગુઆ ૨૩,૦૦૬ ફીટ ઉંચો છે.

શાન્ત અગ્નિશૈલના મુખમાં ઊંના ધગધગતો પત્થરનો રસ ભર્યો હોય છે. આ મુખોમાંના કેટલાંક તો બે–ત્રણ માઇલ ઘેરાવા વાળાં હોય છે. ભયંકર, ધગધગતા, લાલચોળ બળતા રસનું એ

તળાવ જોનારને દંગ કરી દેછે. સામાન્ય રીતે તેના શાન્ત ભાગો પર કાળો પુડો બાઝી ગયેલો હોય છે. પણ એ પુડામાં ઘણીવાર ફાટ ચીરા પડે છે, અને તેવે વખતે તેમાંથી ઊની વરાળ તથા ધગધગતા રસની છોળો ઉડે છે. જ્યાં આવો પુડો બાઝેલો હોતો નથી, ત્યાંતો બળતા રસનાં મોટાં મોટાં મોજાં ઉછળી ઉછળી આસપાસની પથ્થરની દીવાલો પર અથડાય છે. તેવે વખતે એ મુખનો દેખાવ ખરેખરો ભયાનક થઇ જાય છે. સામી ભીંતપર જોરથી અથડાએલાં મોજાંમાંથી એ ધગધગતા રસની વાછંટ ઉંચે ઊડે છે.

ક્રિયાવત્ અથવા ફૂટતો જ્વાળામુખી—અગ્નિશૈલ કાંઇ બારે માસ ક્રિયાવત્ રહેતો નથી. સામાન્ય રીતે થોડેક લાંબે અંતરે તે ફાટે છે, પણ વચ્ચેના વખતમાં તો શાંત રહે છે. શાંત જ્વાળામુખીને જોતાં તેની વિનાશક શક્તિનો ભાગ્યેજ ખ્યાલ આવેછે. જ્યારે જ્વાળામુખી ફાટવાનો હોય છે ત્યારે પ્રથમ જમીનમાંથી દૂરથી સંભળાતી મેઘની



આકૃતિ ૭—ક્રિયાવત્ જ્વાળામુખી. તેનો શંકુ આકાર બતાવતું ચિત્ર.

ગર્જના જેવો ધર્ ધર્ ધર્ ઘોષ સંભળાય છે, અને ધરતીકંપના જેવા આંચકા આવે છે. એ ઘોષ અને આંચકા ધીરે ધીરે વધારે જોસદાર બને છે અને જ્વાળામુખીની નળીમાં ઉપરાચાપરી મોટા ધડાકા થાય છે. ત્યાર બાદ તે જ્વાળામુખીના મુખનું તળિયું ઘણા

જોસથી ધડાકા સાથે ફાટે છે અને તેમાંથી ઝીણી ઊની રાખોડી તથા ઊની ધગધગતી વરાળના ગોટેગોટ અત્યંત જોસભેર ચોમેર ઊડી પડે છે. આ પ્રમાણે નીકળેલી વરાળ હવામાં આવતાં ઠંડી પડે છે અને સફેદ વાદળાંરૂપે ઉંચે ઝઝુમતી રહે છે અથવા તે તોફાને ચઢેલા અગ્નિશૈલના બહારના ઢાળપર મુશળધાર વૃષ્ટિરૂપે પડે છે. અગ્નિ શૈલમાંથી ઉડી પડેલી રાખોડી એટલા મોટા જથામાં નીકળે છે કે તેનાથી આસપાસ કેટલાંય માઇલ સુધી આકાશ ઘનઘોર થઇ જાય છે અને સૂર્ય દેખાતો બંધ થઇ જાય છે. ઈ. સ. ૭૯ માં ઇટાલીનો વિસુવીયસ પર્વત ફાટયો હતો ત્યારે તેમાંથી નીકળેલી રાખોડીથી ફરતાં પંદર માઇલ સુધી મધ્ય રાત્રિ જેવો અંધકાર થઇ ગયો હતો તથા એ બધા પ્રદેશ પર એ રાખોડી તથા પથરાની એવી તો ભારે વૃષ્ટિ થઈ હતી કે તેમાં કેટલાંક મોટાં શહેર દટાઇ ગયાં હતાં. આ પ્રમાણે ઉડેલી ઊની રાખોડી ઘણી વાર બહુ ઉંચે ચઢી જાય છે, અને ત્યાં પ્રબળ પવનનો પ્રવાહ લાગતાં સેંકડો માઈલ દૂર ઘસડાઇ જાય છે.

અગ્નિશૈલોમાંથી માત્ર વરાળને રાખોડીજ નહિ પણ ધગધગતા સફેદ કે લાલચોળ અંગારા જેવા નાના મોટા કકડા પણ ઊડી પડે છે. આવા ઉડતા કકડાઓ ઉંચે આડા અવળા ફેંકાતાં એક એક જોડે અથડાય છે. અને તેમાંથી તણખા ઉડે છે. એ તણખા તથા તેમના ચમકારાથી મધ્ય રાત્રિ કાંઇ પ્રચંડ ભવ્ય મુદ્રા ધારણ કરે છે. અગ્નિશૈલમાંથી ઊડી પડતા પથરા કાંઈ જેવા તેવા જોરથી ફેંકાતા નથી. એક જ્વાળામુખીમાંથી બસેં ટન વજનનો મોટો ખડક નવ માઇલ દૂર ફેંકાયો હતો, તથા બીજે પ્રસંગે જ્વાળામુખીમાંથી ઉડેલા ખડક છત્રીશ માઇલ દૂર ફેંકાયા હતા. એ બીનાઓ પરથી જ્વાળામુખીમાંથી પથરાઓ કેટલા જોરથી બહાર ફેંકાય છે તેનો ખ્યાલ આવશે. ૧૮૩૫માં મધ્ય અમેરિકામાંના કોસીગાઇના નામના અગ્નિશૈલમાંથી ઉડેલી રાખના વાદળથી તેને ફરતી સીત્તેર

માઇલના વિસ્તારની જમીનમાં સૂર્ય દેખાતો બંધ થઈ ગયો હતો તથા તે રાખ ઉડતી ઉડતી ત્યાંથી ૭૦૦ માઇલ દૂર આવેલા જામેઇકા ટાપુમાં પડી હતી. ૧૮૫૭માં પૂર્વ દ્વીપ સમૂહોમાંના કાકાટોઆ નામના અગ્નિશૈલમાંથી ઉડેલી રાખ આખો પૂર્વ ગોળાર્ધ ઓળંગી પશ્ચિમ ગોળાર્ધમાં યુરોપખંડમાં જઇ પડી હતી.

અગ્નિશૈલોમાંથી નીકળતા પીગળેલા પથ્થરના રસને ઈંગ્રેજીમાં **લાવા** કહે છે. એ લાવા કોઇકિ સ્થળે પાતળો તો કોઈ સ્થળે જાડો હોય છે. એ પાતળો હોય છે ત્યારે ઘણી ઝડપથી અને ઘણે દૂર સુધી વહી જાય છે, પણ જાડો હોય છે ત્યારે તો પર્વતના મુખની આસપાસ પાસે પાસે જ જામી જાય છે. બધે પ્રસંગે અગ્નિશૈલોમાંથી એક સરખા જથામાં રસ નીકળતો નથી. ૧૭૮૩ માં આઇસલૅંડના એક અગ્નિશૈલમાંથી નીકળેલો પાષાણ રસ ૫૦ માઇલ લાંબા અને ૧૫ માઇલ પહોળા વિસ્તાર પર પથરાઇ ગયો હતો અને તેના માર્ગમાં આવતી ૫૦૦ થી ૬૦૦ ફીટ ઉંડી ખીણો તેનાથી પુરાઈ ગઇ હતી. આપણા દેશમાં દક્ષિણ દ્વીપકલ્પની લગભગ બધી ઉંચી ભૂમિ અગ્નિશૈલોના જામી ગયેલા રસનીજ બનેલી છે. એટલો બધો રસ કાંઈ એકજ અગ્નિશૈલમાંથી નીકળ્યો નથી પરંતુ ઘણા અગ્નિશૈલોની હારોની હારોમાથી નીકળી જામેલા રસનું એ પરિણામ છે. હાલના અગ્નિશૈલોની હારની હાલની રેખાને અનુસરતા ચીરા જમીનમાં પૂર્વે થયા હશે એવું અનુમાન કરવામાં આવે છે.

પર્વતના ઢાળ પરથી ધસી આવતી ધગધગતા પાષાણરસની વિનાશ કરેલ જેવો ભયંકર દેખાવ કુદરતમાં ભાગ્યેજ બીજો કોઇ હશે! પ્રથમ તેજસ્વી શુભ્ર રંગની રેલના રૂપમાં પીગળેલા લોઢાના રસ જેવો પાષાણ રસ અગ્નિશૈલના મુખમાંથી ઉભરાય છે; થોડીજ વારમાં તે લાલચોળ થાય છે, આખરે તેનું તેજ ઉડી જાય છે, અને તેની સપાટી પર કાળો કે તપખીરિયો પુડો બાઝે છે. એ પુડામાં ઠામ ઠામ ફાટો પડેલી હોય છે, તે ફાટોમાં જોતાં પુડા તળે પીગળેલો ઉનો લાલચોળ

રસ જોવામાં આવે છે, અને તેમાંથી ઊનાં વરાળ અને વાયુના ગોટે-ગોટા બહાર નીકળે છે. અગ્નિશૈલના મુખથી થોડે દૂર એ રસનું વહેણ, જામી ગયેલા પુડાના ભાંગી જવાથી થયેલા ખડબચડા પરસ્પર અથડાઈ, કુટાઇ ધાતુ પેઠે ખખણતા કકડાઓની નદી જેવું દેખાય છે. એ કકડા-ઓની વચમાંથી ઘણીવાર તળે વહેતો ઊનો પાષાણ રસ નજરે પડે છે. એ વહેણના બધા ભાગોમાંથી વરાળના અને બીજા ઊના વાયુ-ઓના ગોટેગોટ નીકળે છે. ધીરે ધસતી આ ઊના પાષાણ રસની નદીની આગળ કચરાનો મોટો ટેકરો ઠેલાયો જાય છે. એ નદી પરથી વાતો વાયુ ઊનો અને ગુંગળાવી નાંખે એવો હોય છે ઝાડ, ઘર, વાડીઓ, ખેતરો બધાં વારા ફરતી એ ધગધગતી રેલમાં ધીરે ધીરે દટાઈ જાય છે. મોટાં મકાન પણ એ રેલ સામે ટકી શકતાં નથી. ધીરે ધીરે એ રસ તે મકાનની આસપાસ ફરી વળે છે અને એ રીતે તે એ રસની અંદર આવી જાય છે.

આ પ્રમાણે વહેના રસનો નીચલો થર ઘણો ઝડપથી ઠરી જાય છે તેથી તેનો દેખાવ કાચ જેવો હોય છે. ઉપલા થરોમાંથી તો વરાળ નીકળી જાય છે તેથી તે ધીરે ધીરે ઠંડા પડે છે. આમ ધીરે ધીરે ઠંડો પડતો રસ દોરડા, કોયલા કે ગોળાઓનું રૂપ ધારણ કરે છે. આ રસના ઠરવાથી થયેલા પથ્થરોમાં જુદાં જુદાં દ્રવ્યોનાં સ્ફટિક હોય છે, તથા તેમાં તેની અંદરથી બહાર નીકળી જતી વરાળના પરપોટાથી થએલા ખાડા તથા છિદ્રો પણ હોય છે. પાષાણ રસની નદી ઉપરનો પોપડો ગરમીનો મંદવાહક છે, તેથી ઘણા પાતળા પોપડા ઉપર ચાલતાં, તેની તળે રહેલા ઊના રસની જરા પણ ગરમી લાગતી નથી.

જ્વાળામુખી કાર્યથી થયેલા અગ્નિશૈલોનું કદ ઘણું વધી જાય છે ત્યારે, અથવા તેની અંદર જ્વાળામુખી કાર્યનું બળ નરમ પડી જાય છે ત્યારે, રસ તેના મુખ સુધી ચઢી બહાર નીકળી શકતો નથી. પરંતુ, તેની અંદર પ્રથમ ચીરા પડી જાય છે અને

પછી તે ચીરામાં તળેથી ઉભરાતો રસ ભરાઈ સાંધ પુરી દે છે. પીગળેલા પથ્થરના રસના ઉભરાવાથી પુરાયેલી ફાટો અગ્નિશૈલની શિરાઓ કહેવાય છે.

પૃથ્વીપર અગ્નિશૈલોની વહેંચણ:—પૃથ્વીની સપાટી પર અગ્નિશૈલોની વહેંચણુ જોતાં તેમની ઉત્પત્તિનાં કારણની કંઈક મીમાંસા અથવા કલ્પના આપણે કરી શકીએ છીએ. છૂટા છવાયા અગ્નિશૈલો દૂનિયાના ઘણા ભાગમાં છે એ વાત ખરી, પરંતુ સામાન્ય રીતે એવા પહાડો લાંબી અખંડ શ્રેણીના રૂપમાં તથા સમુદ્રના કાંઠાને સમાંતર આવેલા બહુધા જોવામાં આવે છે. એવે સ્થળે પૃથ્વીના પોપડાના થરો ઘણા સીધા તથા ઉભા હોય છે. હાલમાં ક્રિયાવત્ અગ્નિશૈલો બહુધા શાન્તસાગરની (પૅસિફિક) આસપાસ મેખલા રૂપે આવી ગયેલા જોવામાં આવે છે. ટેરા–ડેલ–ફ્યુએગોથી શરૂ થઇ, લગભગ અખંડ લીટીમાં એન્ડીઝનાં શિખરોમાં થઈ મેકિસકો તથા કેલિફોર્નિયામાં પસાર થઈ છેક અલાસ્કા સુધી તેઓ જાય છે. ત્યાંથી ક્યુરાઈલ્સમાં થઈ કામસ્ચાટકા મારફત જાપાનના અગ્નિશૈલોની રેખા જોડે જોડાઈ ફિલિપાઇન્સ તથા પાપુઆમાં થઇ છેક ન્યુઝીલેંડ સુધી તેમની રેખા લંબાય છે. ખરેખર શાંતસાગર અગ્નિની જ્વાળાઓની મેખલાથી અલંકૃત થયો જણાય છે. કેટલાક અપવાદ સિવાય ઘણા ખરા પ્રસંગોમાં અગ્નિશૈલ તથા સમુદ્ર કિનારાનું સાહચર્ય જોવામાં આવે છે. જ્વાળામુખી કાર્યમાં આગળ પડતો ભાગ લેતી વરાળને માટે જોઈતું પાણી શું પાસેના સમુદ્રમાંથી મળતું હશે કે તેના પોતાનાજ દ્રવ્યમાંથી એ પ્રશ્નનો ચોખ્ખો નિકાલ હજુ સુધી થયો નથી; પણ એટલું તો નક્કીજ છે કે અત્યંત ગરમ થયેલી વરાળ જ્વાળામુખી ફાટવાના કાર્યમાં ઘણો અગત્યનો અને આગળ પડતો ભાગ લે છે. એ પણ દેખીતું જ છે કે પૃથ્વીનો પોપડો નબળો હોય ત્યાં તેમાં સહેલથી ચીરા પડી શકે. સમુદ્રના તળિયા પર જામતા થરના તથા પાણીના ભારથી તે ભાગ પર ખૂબ જબરૂં

દબાણ થાય છે અને કિનારાના ભાગ ઉપરનું દબાણ ક્રમે ક્રમે ઓછું થતું જાય છે, તેથી એ એની સંધિની જગા પર ઘણું ખેંચાણ બળ થાય અને તે નબળી પડે એ દેખીતું છે. જ્વાળામુખીઓ ઘણા ખરા સમુદ્ર કિનારા પાસે કેમ હોય છે તેની સમજુતિ પણ આ ઉપરથી મળે છે.

ફુંકફાટ ઝરા (ગેઇઝર્સ)—જ્વાળામુખી કાર્યની અસર વાળા પ્રદેશોમાં ઘણા જોસથી ફાટી નીકળતા ઉના પાણીના ઝરા પણ જોવામાં આવે છે. એવા ઝરા 'ફુંકફાટ ઝરા' કહેવાય છે. પૃથ્વીની સપાટી ઉપર કુંડ જેવું કાણું હોય છે, અને તે કાણુંના તળિયાથી માંડી પૃથ્વીના પોપડામાં ઘણે ઊંડે સુધી એક નળી જેવો ભાગ ગએલો જણાય છે. એ નળીમાં પાણી ભરેલું હોય છે. પૃથ્વીના અંતર્ભાગની ગરમીથી એ પાણી ખૂબ ગરમ થએલું હોય છે. આપણે જાણીએ છીએ કે જેમ આપણે પૃથ્વીમાં ઊંડા ઉતરીયે તેમ ગરમી વધે છે, તેથી નળીના નીચલા ભાગનું પાણી તેના ઉપલા ભાગના પાણી કરતાં વધારે ગરમ હોય છે. પાણીનો એ નિયમ છે કે જો એની ઉપરનું દબાણ વધારવામાં આવે તો સાધારણ હવાના દબાણે જેટલી ગરમીએ તે ઉકળે છે તેના કરતાં વધારે ગરમીએ તે ઉકળે. આ કારણથી નળીના તળિયાના ભાગનું પાણી ઉકળ્યા વિના ખૂબ ગરમ થાય છે. અને આખરે જ્યારે તેની વરાળનું ફુલવાનું બળ તેની ઉપરના પાણીના દબાણથી વધે છે કે તરતજ ઘણા જોસથી તે પેલા પાણીને નળીમાંથી બહાર ઉરાડી મૂકે છે. આ રીતે નળીમાંથી સો ફીટ જેટલો ઉંચો પાણીનો મોટો થાંભલો બહાર ફુટી નીકળે છે અને તેમાંથી વરાળના ગોટે ગોટ નીકળે છે. આમ જોસથી ફાટી નીકળતા ઝરાનો ઘોષ ઘણે દૂર સુધી સંભળાય છે. એનું ફાટતી વખતનું જોસ તો ખરેખર માણસને ગભરાવી નાંખે એવું હોય છે. બહારની હવાની અસરથી જ્યારે પાણી ઠંડું પડે છે ત્યારે પાછું પહેલાંની પેઠે નળીમાં સમાઈ

જાય છે, અને વળી પાછું ગરમ થાય છે, ત્યારે બહાર ઉભરાઈ આવે છે. આવા ઝરાઓ ઘટતા જતા જ્વાળામુખી બળની નિશાની રૂપ છે. પહેલાં જે બળથી પથ્થરોનો ધગધગતો રસ અગ્નિશૈલમાંથી જોસભેર ઉભરાતો તથા ચોમેર રાખોડી અને પથ્થરો ઘણા ભયાનક જોરથી ફેંકાતા હતા, તેજ બળ શાન્ત પડતાં હવે આવા ઉના પાણીના ઝરાને ઉત્પન્ન કરે છે. આવા ઝરાઓના પાણીમાં ઘણી વાર સિલિકા અથવા ચકમકનું તત્વ હોય છે, તે ઝરાના મુખની આસપાસ ઠરી જાય છે અને તેનાથી વિવિધ આકૃતિની સુંદર અગાશીઓ રચાય છે.

બધા ઊના પાણીના ઝરા કાંઇ આમ જોસભેર ફુવારા પેઠે ઉંચા ઉડતા નથી, તેમ બધા જ્વાળામુખીના પ્રદેશમાં પણ આવેલા હોતા નથી. બધા ઉના પાણીના ઝરાનાં પાણીની ગરમી એક સરખી હોતી નથી. આપણા ગુજરાતમાં વાંસદા પાસે દેવકી ઉનાઈના તથા કપડવણજ પાસે લસુંદરાના ઊના પાણીના કુંડ છે. ડાકોરથી ગોધરા જતાં ટુવા-ટીંબા નામનું ગામ આવે છે ત્યાંના ઝરણ તો ખરેખર આશ્ચર્ય પમાડે એવાં છે. ત્યાં જમીનમાં થોડું ખોદતાં પાણીનાં ઝરણુ નીકળે છે. આ પ્રમાણે ખોદતાં ઘણી વાર પાસે પાસેના ખાડામાં એકમાં ટંડુ તો બીજામાં ઊનું પાણી નીકળે છે. આમ થવાના કારણની તપાસ કોઇ એ હજુ સુધી કરી જણાતી નથી.

ધરતીકંપ-ભૂચાલ—અગ્નિશૈલોને જન્મ આપનાર અને પૃથ્વીની અંદર રહી કાર્ય કરનાર બળોનુંજ આ એક રૂપાંતર છે. ધરતીકંપમાં પૃથ્વીનો પોપડો ઘણા મોટા વિસ્તારમાં પાણીનાં મોજાં પેઠે ઊંચો નીચો હાલી ઉઠે છે. મહાન વિનાશકારક ધરતીકંપનાં મોજાં જુજ હોય છે પણ નાના નાના લગભગ બે માલુમ ધ્રુજારા તો પૃથ્વી લગભગ નિત્ય અનુભવે છે. ૧૮૪૩ થી ૧૮૭૩ સુધીનાં ચાળીશ વર્ષનાં અવલોકન ઉપર જણાય છે કે પૃથ્વીના પોપડામા સરાસરી દર દિવસના બે ધ્રુજારા આવે છે.

ધરતીકંપ થવાનો હોય તે પહેલાં પૃથ્વીના પેટામાંથી દૂર થતી મેઘ ગર્જના જેવો અથવા ગાડાંઓના ગગડાટ જેવો એક વિચિત્ર અવાજ સંભળાય છે, અને ત્યાર બાદ પથ્વી એકદમ ધ્રુજી ઊઠે છે, અને હીંચકા પેઠે ડોલવા માંડે છે. આ હચમચાટ એવો તો પ્રચંડ હોય છે કે ભલભલાના હાંજા ગગડી જાય. આપણું મકાન જાણે કોઇ નેતર જેવા પદાર્થનું બન્યું હોય તેમ હાલવા માંડી જાય છે, અને જાણે ૨૦૦ માણસો એક સામટા તેની પર કૂદી પડયા હોય એવો કડકડાટવાળો અવાજ સંભળાય છે. તમારો ખાટલો જાણે કે કોઇ જીન કે ભૂત અંદર ભરાયું હોય તેમ હીંચકા પેઠે ઉંચો નીચો ડોલવા માંડે છે. તમારા બારણાની સાંકળમાં જીવ આવ્યો જણાય છે કારણ કે તે એની મેળે બારણા સાથે પછડાવા માંડે છે. જો ધરતીકંપ જોસવાળો હોય તો તો પલકવારમાં તમારૂં મજબૂત દેખાતું મકાન જમીન દોસ્ત થઈ જાય. ધરતીકંપનો આંચકો અર્ધી મિનિટ જેટલો ટકે છે. તેટલામાં પણ મોટાં શહેરોને તે જમીન-દોસ્ત કરી નાંખે છે તો એ લાંબો વખત સુધી રહેતો શું ન કરી શકે ? ૧૭૫૫ માં પોર્તુગાલની રાજધાની લિસ્બન શહેરમાં ઘણો પ્રચંડ અને ભીષણ ધરતીકંપ થયો હતો. તે પાંચ મિનિટ ટક્યો હતો. તેની અસર સહરાના રણથી માંડી આઇસલૅન્ડ સુધીના આટલાંટિક પ્રદેશમાં થઇ હતી અને તેમાં ૫૦,૦૦૦ જાનની ખુહારી થઇ હતી. દરીઆ કિનારાની અંદરના ભાગમાં પૂર્વ સ્વિટ્ઝર્લૅન્ડ સુધી તેની અસર જણાઈ હતી. ધરતીકંપ દરમિયાન ઘણીવાર જમીનના કેટલાક ભાગ ઉપસી આવે છે તો કેટલાક જમીનમાં ઉતરી પડે છે, અને ઘણીવાર જમીનમાં તેથી ૧૦૦ માઇલ લાંબા મોટા ચીરા પડી જાય છે. એનાથી નદીનાં વહેણ બદલાઇ જાય છે અને જોતે દરિયા કિનારા પાસે થયો હોય તો દરિયાનાં પાણી પ્રથમ કિના-રાથી દૂર હઠી પછી મોટા પ્રલયકારી રેલના રૂપમાં કિનારા પાસેના પ્રદેશ પર ફરી વળે છે. તે સમયે જલ પ્રલય જેવો દેખાવ થઇ રહે

છે. ૧૮૨૨માં થયેલા ધરતી કંપની અસરથી ચિલિનો કિનારો હંમેશને માટે ત્રણ ચાર ફીટ ઊંચે ચઢયો અને તેજ સાલમાં કચ્છમાં થયેલા ધરતી કંપને લીધે કેટલાએ હજાર ચોરસ માઇલ જેટલો કચ્છના રણનો પ્રદેશ દરિયાની સપાટી કરતાં નીચો ઉતરી ગયો. ૧૮૫૫માં ન્યુઝીલૅન્ડમાં ધરતી કંપ થયો તે વેળા ૫૦૦૦ ચોરસ માઇલ જેટલો પ્રદેશ આશરે નવ ફીટ જેટલો ઉપસી ગયો અને ઉપસેલા તથા નહિ ઉપસેલા પ્રદેશ વચ્ચે ૯૦ માઇલ લાંબો અને છથી નવ ફીટ પહોળો ખાઇ જેવો ચીરો પડી ગયો. કંઇ અકસ્માતથી જેમ આપણા હાથપગનાં હાડકાં ભાંગી એકમેક પર ચઢી જાય છે તેમ ધરતી કંપો દરમિયાન ઘણીવાર પૃથ્વીના પોપડાના થર ભાંગી એકમેક પર સરી જાય છે, અથવા ઉપર નીચે થઇ જાય છે.

ધરતી કંપની અસર તેના ઉત્પત્તિસ્થાનથી નીકળી એક મોટા મોજા પેઠે ચોમેર ફેલાય છે. જેમ જેમ તે મોજું તેના ઉત્પત્તિ બિન્દુથી વધારે ને વધારે દૂર જાય છે તેમ તેમ તેનું બળ ઘટતું જાય છે. ઉત્પત્તિ બિન્દુ આગળ તેનો ધક્કો લંબરેખામાં લાગે છે, પણ ત્યાંથી આગળ જતાં તે ધક્કો તિરકસ લાગે છે. તળેથી ઉપર આવતા ધક્કાની અસર બહુ વિનાશકારક નથી, પણ તિરકસ ધક્કો બહુજ વિનાશકારક છે. એવાજ ધક્કાથી શહેરોનાં મકાનો ગબડી પડે છે. જે જગાએ તિરકસપણું તથા ધક્કાનું બળ અનુકૂળ પ્રમાણમાં એકઠાં થયાં હોય છે, ત્યાં ધરતીકંપની વિનાશકારક અસર વધારેમાં વધારે થાય છે. કોઇ પણ ધરતીકંપ દરમિયાન વધારેમાં વધારે વિનાશકારક અસર થઇ હોય તેવાં સ્થાનોને એક વર્તુલ રેખાથી જોડીએ તો ઉપર બતાવેલી વધારેમાં વધારે પ્રબળ અસરની રેખા મળી આવે છે. એ રેખા ધરતીકંપના ઉત્પત્તિ બિન્દુથી દૂર પણ તેને સરતી આવેલી હોય છે. પૃથ્વીના પોપડામાં થતાં મોટાં મોજાંને લીધે ધરતીકંપના આંચકા થાય છે. એનાથી નાનાં મોજાં આંખે દેખાઈ શકાય એવી અસર કરી શકતાં નથી, પણ ધરતીકંપ

પહેલાં થતો મેઘગર્જના જેવો અવાજ તે નાનાં મોજાંને પરિણામે થાય છે એમ માનવામાં આવે છે.

ધરતીકંપ શાથી થાય છે તે બરાબર સમજાયું નથી. કેટલાક વિદ્વાનોનું એવું માનવું છે કે પૃથ્વીના ગર્ભમાં થતા વરાળના ધડાકાને લીધે ધરતીકંપ થાય છે. જ્વાળામુખી કાર્યના પ્રદેશમાં થતા ધરતીકંપ માટે તો આ સમજુતી ખરી છે; પરંતુ જ્યાં જ્યાં ધરતીકંપ થાય છે, ત્યાં પૃથ્વીના ગર્ભમાં જ્વાળામુખી કાર્ય હંમેશાં થતું હોતું નથી એટલે એ સમજુતી બધા ધરતીકંપોને લાગુ પાડી શકાતી નથી. આ ઉપરથી એવી કલ્પના કરવામાં આવી છે કે પૃથ્વીના પોપડાના કોઈ ભાગમાં ઘણું ખેંચાણ કે દબાણ થવાથી તે ભાગનો પોપડો તૂટી જાય છે, અને તે તૂટને પરિણામે આસપાસના પ્રદેશમાં ધરતીકંપ થાય છે. દરીઆ કિનારા પાસે આવેલા પર્વતોની આસપાસના પ્રદેશોમાં ધરતી કંપની અસર મુખ્યત્વે થતી હોવાથી ઉપલા મતને ટેકો મળે છે. ખરૂં જોતાં ધરતીકંપનાં ઉપર બતાવેલાં બંને કારણો ખરાં છે. જ્વાળામુખી કાર્યવાળા પ્રદેશોમાં પહેલી સમજુતી લાગુ પડે છે અને બીજા ધરતીકંપોની બાબતમાં બીજી સમજુતી વધારે લાગુ પડે છે.

છેલ્લાં કેટલાંક વર્ષોથી ધરતીકંપોની નોંધ તથા પૃથક્કરણ કરવા પર ઘણું લક્ષ આપવામાં આવે છે. દુનિયાના કોઇ પણ ભાગમાં થતા ધરતીકંપોની નોંધ તેમની અસર પરથી સમજવા માટે દુનિયાની બધી જાણીતી વેધશાળાઓમાં **કંપ-દર્શક યંત્ર (સીઝ્મોમીટર)** યોજવામાં આવ્યાં છે. આ યંત્ર એવું તો નાજુક હોય છે કે તેની પર કીડી ચાલતી હોય તો તે પણ બતાવી શકે. એ યંત્રમાં એક થાંભલો હોય છે અને તેની નીચે વિવિધ નાજુક યંત્રો ગોઠવેલાં હોય છે. એ થાંભલાને સહેજ આંગળી અડકાડતામાં તેની જોડે જોડાએલો ઘડીઆળનો કાંટો ઘણાં આંટા ફરી જાય છે. જાપાનમાં હજુ પણ વર્ષ દરમિયાન ઘણા ધરતીકંપ તથા જ્વાળામુખી કાર્ય

થાય છે, અને તેજ કારણથી ત્યાંના લોક પથ્થર તથા ઈંટોનાં ઘર ન બાંધતાં લાકડાનાં ઘર બાંધે છે. ૧૯૨૩માં ત્યાં થયેલા બે પ્રચંડ ભયાનક ધરતીકંપમાં તેનું પાટનગર ટોકીઓ તદ્દન ખંડિયેર થઇ ગયું અને કરોડો રૂપિયાની થાપણનું નુકશાન થયું.

પૃથ્વીના પોપડાનું ઉપસવું અને દબાવું:—આગળ આપણે જોયું કે જ્વાળામુખી કાર્યની અસરથી તથા ધરતીકંપથી પૃથ્વીનો પોપડો કોઇ ઠેકાણે ઉપસે છે તો કોઇક ઠેકાણે બેસી જાય છે. પૃથ્વીના ગર્ભમાં કાર્ય કરતાં આ બળો સિવાય બીજી રીતે પણ પૃથ્વીના પોપડામાં એવી ઉપસવાની તથા દબાવાની ક્રિયા ચાલે છે. આ ક્રિયા ઘણી ધીરી હોવાથી તેની અસર ઘણે લાંબે વખતે જણાય છે. છતાં પણ દૂનિયાના ઘણા ભાગોમાં આવા ફેરફાર થતા જોવામાં આવે છે. સ્કૉટલૅન્ડ તથા સ્વીડનના દરિયા કિનારાના ભાગ ધીરેધીરે ઉંચે જતા જણાય છે. સમુદ્રના પાણીથી કપાયેલા કિનારા હાલ દરીઆની સપાટીથી ૨૦ થી ૧૦૦ ફીટ જેટલા બહાર નીકળી ગયા જણાય છે. તેમની સપાટી નીચેની ભૂમિ દરીઆની રેતીની બનેલી છે. અને તેમાં દરિયાઈ છીપો સંખ્યાબંધ મળી આવે છે. સ્વીડનના કિનારા આગળ તો વહાણના ભોમિયાઓએ ભરતીની હદ બતાવવા કરેલા ખાડા હાલમાં ભરતીની જગાથી કેટલાક ઈંચ ઊંચા નીકળી ગયા દેખાય છે. આવીજ રીતે ભરતીનાં પાણીથી રેલાઇ જતા બેટ પાણીની તદ્દન બહાર ઉપસી આવેલા છે, અને હવે તેમની ઉપર પાણી ફરી વળતું નથી. જેવી રીતે કેટલાક ભાગમાં આમ જમીન ઉપસી આવે છે, તેમ કેટલાક ભાગમાં જમીન નીચી દબાતી જણાય છે. આમ થવાથી પહેલા દરિયાની બહાર રહેતા ભાગ પર દરિયાનું પાણી ફરી વળે છે. ઈંગ્લંડ તથા ફ્રાન્સ વચ્ચેની જમીન આ પ્રમાણે નીચી બેસવાથી ગ્રેટબ્રિટન અને આયર્લૅન્ડ બેટ થયા અને તે નીચા બેઠેલી જમીનપર પાણી ફરી વળવાથી આઇરિશ સમુદ્ર તથા ઉત્તર સમુદ્ર થયા. આફ્રિકા તથા હિન્દનો દ્વીપકલ્પ જમીનની પટ્ટીથી સંધા-

યેલો હતો એમ ભૂસ્તરવેત્તાઓ માને છે, પણ તે પછી પાણીની અંદર બેસી ગઇ છે. ગંગાનદીના મુખ આગળનો પ્રદેશ પણ આ રીતે ધીરે ધીરે બેસતો જાય છે, ગ્રીનલેન્ડનો પશ્ચિમ કિનારો એટલી ઝડપથી નીચો બેસતો જાય છે કે તેમાં વસનાર લોકોને વહાણ બાંધવાના ખીલાની જગા દર વર્ષે બદલવી પડે છે.

પરવાળાના બેટ પણ આજ રીતે બન્યા જણાય છે. પરવાળાના જંતુઓ હમેશાં દરિયાના તળિયાનો આશ્રય લઇ પોતાનાં સ્વસ્થાનો રચવા માંડે છે. આ ક્રિયા પ્રથમ કિનારા પાસે શરૂ થઈ દરિયામાં આગળ ને આગળ પ્રસરે છે. પ્રથમ રચાયેલો પાછલો ભાગ દબાવાથી નવી બનતી પરવાળાની ઝાલર તથા મૂળબેટ વચ્ચે સરોવર જેવો દરિયાનો ભાગ આવી જાય છે.



સ્તરમય શિલાઓ.

અથવા

જલકૃત શિલાઓ.

પૃથ્વીના પોપડાની શિલાઓઃ—પૃથ્વીનો પોપડો જાતજાતના વધારે ઓછા નક્કર ખનિજ ખડકોનો બનેલો છે. આવા ખડક પણ શિલા કહેવાય છે. પૃથ્વીના પોપડામાં મુખ્યત્વે ત્રણ જાતની શિલાઓ જોવામા આવે છેઃ-(૧) પાણીના કાર્યથી બનેલી જલકૃત શિલાઓ (૨) ભૂગર્ભની ગરમીના કાર્યથી બનેલી અગ્નિકૃત શિલાઓ અને (૩) એકવાર રચાયા પછી ગરમી અથવા દબાણને પરિણામે પેદા થયેલી વિકૃત શિલાઓ. આ પ્રકરણમાં આપણે જલકૃત શિલાઓનું વિવેચન કરીશું.

જલકૃત શિલાઓ:—આપણે આગળ જોયું છે કે હવા તથા પાણીના કાર્યથી પૃથ્વીપર ધોવાણ થાય છે. એ કાર્યને પરિણામે પડેલો છોલ વરસાદના પાણીથી ધોવાઈ પાસેના કે દૂરના કોઇ જળા-

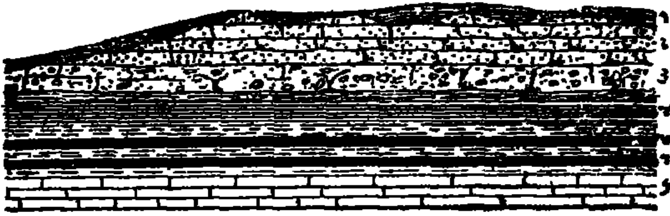


શયમાં ઘસડાઇ જાય છે એ વાત પણ આપણે જોઇ ગયા. આ પ્રમાણે ઘસડાઈ જતો કચરો પાણીનો વેગ ઘટતાં આખરે કોઈ જળાશયના તળિયાપર એક સરખી રીતે પથરાઇ જાય છે, અને તેનો થર બને છે. આવા થરોમાં ભારે તથા ખડબચડાં રજકણ સાથી પહેલાં નીચે ઠરે છે, અને ત્યારબાદ ઉત્તરોત્તર ઝીણાં રજકણો ઠરે છે.

દર વર્ષે આ પ્રમાણે નવા નવા થર રચાય છે. ઘણાં વર્ષ આ પ્રમાણે થતું ચાલુ રહેવાથી તે જળાશયનું તળિયું ઊંચું ચઢતું આવે છે, અને જો તે નાનું હોય તો આખરે પુરાઈ જાય છે. જળાશયના તળિયા-પર કાંપના ઠરવાથી થયેલા થર સામાન્ય રીતે એકએકને સમાંતર તથા ક્ષિતિજ સમસૂત્ર એટલે સપાટ હોય છે; પરંતુ તેઓ ચોપડીનાં પાનાં જેવાં તદ્દન સપાટ અને ક્ષિતિજસમસૂત્ર હોતાં નથી. શરૂઆતના થર તો જળાશયના આકારને અનુસરે છે પણ પછીના થરોમાં કાંઈક અંશે અનિયમિતતા જોવામાં આવે છે. ચોપડીનાં પાનાં પેઠે એક એક પર આવી ગયેલા શિલા વિસ્તારને **સ્તર** કહેવામાં આવે છે. સાધારણ ભાષામાં તેને **થર** કે **વળું** પણ કહે છે.

કુવો ખોદતાં આપણને જણાય છે કે પૃથ્વીનો પોપડો ઘણે ઠેકાણે આવી સ્તરમય શિલાઓનો બનેલો છે. આગગાડીના માર્ગમાં નાની સરખી ટેકરી આવે છે ત્યારે સામાન્ય રીતે તેને ફરીને સડક લઈ ન જતા તેને કાપી વચ્ચેથી સડક કાઢવામાં આવે છે. આવી વખતે તે ટેકરીના કપાયેલા ભાગોમાં પણ આવી સ્તરમય રચના જોવામાં આવે છે. શિલાઓની આવી ગોઠવણી—**સ્તરમય રચના,** પાણી સિવાય બીજા કોઈ કુદરતી સાધનથી થવી સંભવતી નથી, તેથી જ્યાં જ્યાં એવી રચના વાળી શિલાઓ જોવામાં આવે, ત્યાં ત્યાં આપણે એમજ કહી શકીએ કે ભૂતકાળમાં જે વખતે આ શિલાઓ રચાઇ તે વખતે તે સ્થળે કોઇ જળાશય હશે.

જળપ્રવાહમાં ઠરેલાં કણનાં થરોમાંથી નક્કર શિલાઓ કેવી રીતે થાય છે:—જળના પ્રવાહમાંથી જળાશયના તળિયા પર ઠરતાં કણનો થર પ્રથમ તદ્દન પોચો હોય છે. તેની અંદરનાં રજકણ એક એકથી છૂટાં અને પરસ્પર સંબંધ વગરનાં હોય છે. એ થર શરૂઆતમાં પાકો કે દઢ હોતો નથી. વખત જતાં કેટલાંક કારણોને લઇ તે દઢ અને કઠણ થઇ શિલારૂપ બની જાય છે. કાચા થરમાંથી પાકાથર થવાની બે મુખ્ય રીતો છે. (૧) ઉપર આવેલા થરોના દબાણથી



આકૃતિ ૯ ક્ષિતિજ સમસૂત્ર થર બતાવનાર છેદચિત્ર ઉપરથી નીચેના થરનો ક્રમ—૧. ખેડાણુ ભોંય. ૨. રેતી પથ્થર ૩. કાંકરી પથ્થર; ૪ માટી પથ્થર; ૫. કોલસો; ૬. ચુના પથ્થર.

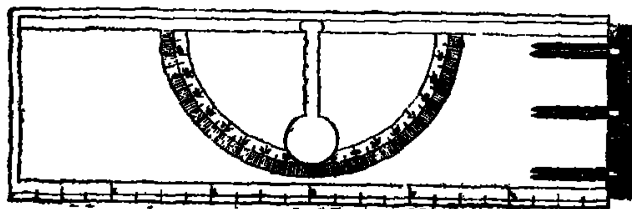
નીચે આવેલા કાચા થર પાકા અને દૃઢ થાય એ એક રીત. (૨) ઘણી-વાર એવું બને છે કે કાચા થરોનાં રજકણુ વચ્ચે થઇ ઝમતા પાણીમાં ચુનાનો કાર્બોનેટ કે સિકતા દ્રવ્ય ઓગળેલું હોય છે. રજકણોની વચ્ચે થઇ ઝમતા પાણીમાં ઓગળેલું દ્રવ્ય તે કણો વચ્ચે જામી જાય છે, અને તેમને દૃઢ રીતે સાંધે છે. ટુંકામાં એ દ્રવ્યો એ રજકણો વચ્ચે કોલનું કામ કરે છે. કાચા થરને પાકા કરવાની ઉપર જણાવેલી એ રીતોમાંથી વધારે મોટા પ્રમાણમાં તથા વધારે ઝડપથી કાર્ય કરતી રીત આ બીજી જણાય છે. આ પ્રમાણે મોટા કાંકરા તથા પથરા જોડાવાથી, બીજી ? **કંકરશિલા (કોન્ગ્લોમરેટ)** બને છે. રેતીનાં કણુ જોડાવાથી રેતી–પથ્થર કે **સૈકતશિલા (સૅન્ડસ્ટોન્સ)** અને ચુનાનાં કાર્બો-નેટનાં રજકણુ જોડાવાથી **ચુના પથ્થર** કે **સૌધેયશિલા (લાઇમ સ્ટોન)** બને છે.

સ્તરાપર્વ (આઉટક્રોપ્સ):—પૃથ્વીના પોપડામાં જલકૃત શિલાના થર એક એકની ઉપર આવેલા હોય છે, ત્યારે માત્ર સૌથી ઉપલોજ થર બહારથી જોઈ શકાય છે. તેની નીચેના થર જોઇ શકાતા નથી. થરોના આવા ઢગલામાં કેવા અને કેટલા થર આવેલા છે તે સાધારણુ રીતે એમને એમ જાણી શકાતું નથી. એવા થરના ઢગલાની કોઇ બાજુ, નદીની ભેખડના રૂપમાં અથવા પર્વતના ઢાળના રૂપમાં

ખુલી પડેલી હોય, તોજ તે બધા થર એક સામટા જોઇ શકાય છે. કુવો ખોદતાં કે જમીનમાં સાયડો મારતાં પણ તે સ્થળે આવેલા થરોની માહીતિ મળે છે. સાધારણ રીતે પૃથ્વીના પોપડામાંના થર ઉપર વર્ણવ્યું તેમ બરાબર એક એકપર આવી ગયેલા હોતા નથી. પણ બરાબર ગોઠવેલાં પાનાની ઢગલીને વચ્ચેથી ટકોરો મારતાં તે જેમ લાંબી હારના રૂપમાં ગબડી પડે છે તેમ ગબડી પડેલા હોય છે અને મૂળ થરોનો ઢગલો મોટા વિસ્તાર પર પથરાઇ ગયેલો હોય છે. આવે પ્રસંગે તે ઢગલાના બધા થરોના છેડા થોડા થોડા ઉઘાડા થઇ જાય છે, આમ ખુલ્લા થઇ ગયેલા થરોના છેડાના અવલોકન ઉપરથી તે બધાને તેમના કાલક્રમમાં આપણે ગોઠવી શકીએ છીએ. આ ઢગલાનો દરેક થર પૃથ્વીના ઇતિહાસના પૃષ્ઠ રૂપ બને છે, અને તેના ઉપરથી પૃથ્વીનો પ્રાચીન ઇતિહાસ ઉપજાવી કઢાય છે. થરોના આવા ખુલ્લા પડેલા ભાગ **સ્તરાપર્વ** કહેવાય છે.

નમન કોણ (ડિપ):—આપણે ઉપર જોયું કે પૃથ્વીના પોપડામાંના થર ક્ષિતિજસમસૂત્ર તથા એક એક પર બરાબર ન આવી જતાં, ઘણીવાર આગળ કે ડાબી જમણી બાજુએ ગબડી પડે છે. આવે પ્રસંગે એ થરો ક્ષિતિજ સમસૂત્ર ન રહેતાં તેની જોડે નાના મોટા ખૂણા કરે છે. જે ખૂણે થર નમી પડયો હોય તે તેનો **નમનકોણ** કહેવાય.

આ ખુણો માપવા માટે **નમનકોણમાપક (ક્લિનોમીટર)** નામનું યંત્ર વાપરવામાં આવે છે. એક લાકડાની પહોળી પટીપર અર્ધવર્તુળ ચીતરી તેમાં મધ્ય રેખાની બંને બાજુ ૦°થી ૯૦°



અંશના આંકા પાડેલા હોય છે. એ અર્ધવર્તુળની બરાબર મધ્યમાં રહે એવો એક તળે ભારે લોલકવાળો સળિયો જડવામાં આવે છે. આ યંત્ર સપાટ થર પર ગોઠવવામાં આવે છે ત્યારે પેલો સળિયો પાટીના ૦° અંશના આંકા પર રહે છે; પણ તેને તે રેખાથી ઊંચું કે નીચું નમાવવા આવે તો પેલી આંકા વાળી પટી લોલક નીચે ફરે છે. એમ કરતાં આખરે તે સળિયો પટી પરના જે આંકા આગળ આવે તે ઉપરથી યંત્ર કેટલા અંશ નમ્યું કે ઉચું થયું તે જણાય છે. કોઇ પણ ઢળતા થર પર આ યંત્ર મુકવાથી તે થર ક્ષિતિજ રેખા જોડે કેટલાં અંશનો ખુણો કરે છે તે તુરત ખબર પડે છે.

વિસ્તારરેખા (સ્ટ્રાઇક):—કોઇ પ્રદેશની તુલનામાં અમુક થર જે દિશા લે તે તે થરની **વિસ્તારરેખા (સ્ટ્રાઇક)** કહેવાય છે. ટિનના પતરાને પાણીની તાંબા કુંડીમાં આડું રાખી બોળીએ તો પાણીની સપાટી તથા પતરાની સપાટી એ બે એક એકને છેદે છે તે રેખા પતરાની વિસ્તાર રેખા કહેવાય; એટલે કે પતરૂં તે દિશામાં વિસ્તરેલું છે. આ પ્રમાણે પાણીમાં બોળેલા પતરાપર પાણીનું ટીપું મુકીએ તો તે તેની પર ઊભામાં ઊભા ઢાળે નીચે સરી પડે છે. એ ટીપાની સરવાની રેખા **નમન કોણ** બતાવે છે. આ પ્રયોગ પરથી જણાય છે કે કોઈ પણ થરની નમનકોણરેખા તથા વિસ્તાર રેખા એક એકને કાટખૂણે હોય છે. કોઇ પ્રદેશમા ઉત્તરથા દક્ષિણ દિશામાં વિસ્તરતા થર કાંતો ક્ષિતિજને કાટખૂણે આવેલા હોય અથવા તો પૂર્વ કે પશ્ચિમ દિશા તરફ ઢળી પડેલા હોય. થર સીધા હોય તો તેમની વિસ્તાર રેખા સીધી હોય પણ જો તે ગડી પડેલા કે બીજી કોઈ રીતે વળા ગયેલા હોય તો તે રેખા પણ તેમને અનુસરતા આકારની થાય.

સ્તર શિલાઓમાં જણાતાં કેટલાંક ખાસ દશ્યો તથા રચનાઓ:—

સ્તરની ગડીઓ:—સામાન્ય રીતે ઢળી પડેલા કે ધસી પડેલા

થર લાંબા અંતર સુધી સરાસરી એક સરખો નમન કોણ તથા વિ-સ્તાર રેખા દેખાડે છે. સામાન્ય નિયમ તરીકે મેદાનોમાં પૃથ્વીના



આ. ૧૧ પૃથ્વીના પોપડાની અંદરના વિકૃત થરો.

મ થી ન સુધીની રેખા હવા તથા પાણીની અસરથી થતા ખવાણની મર્યાદા બતાવે છે. અ, મચડાઇ ગયેલા થર, ખ૧ ખ૨ નમેલા થર, ક–ક ગડી વળી ગયેલા થર, ઘ૧ ઘ૨ ઘ૩ ઘ૪ અંદરના થર, ચ બહારના થર.

પોપડાની ગડીઓ—સ્તર ગડીઓ એવી ખુલ્લી અને પહોળી હોય છે કે એકજ ગડીઓની ટોચ તથા તળિયા વચ્ચે કેટલીક કુંડી કે કેટલાક સેંકડો માઇલ આવી ગયેલા હોય છે. ગડીની ઉપલી કમાનની તથા નીચલી કમાનની ટોચ વચ્ચે આટલું મોટું અંતર હોવાથી એ ગડીના પ્રદેશમાં આવતા થર લગભગ ક્ષિતિજને સમાંતર હોય એવા દેખાય છે. ટુંકામાં પૃથ્વીના પોપડામાં આવતી આવી ગડીઓ ને સમુદ્રમાં આવતાં મોજાં સાથે સરખાવી શકાય. દરેક મોજામાં પાણીની સપાટીથી ઉંચો થયેલો ભાગ તથા તેની જોડેનો ખાડો એવા બે ભાગ હોય છે. અહીં પણ તેમજ હોય છે. પર્વત પ્રદેશોની અંદર પણ આવાંજ મોજાં અથવા ગડીઓ જોવામાં આવે છે, પણ અહીં તેઓ બહુ પાસે પાસે આવી ગયેલાં હોય છે. કેટલાક પ્રદેશમાં તો આવાં મોજાં એક એકની ઘણાંજ પાસે આવી ગયેલાં હોય છે, અને તેથી એ મોજા રૂપ ટેકરીઓનાં શૃંગો એક એકની પાછળ ડોકીયાં કરતાં તથા એક એકથી ઉંચાં ચઢતાં જોવામાં આવે છે. કોઈ પર્વતની હારના મધ્ય પ્રદેશ આગળ આવું દશ્ય જોવામાં આવે છે. ટુંકામાં એક એકની પાછળ આવી જતી

અને ઉત્તરોત્તર ઊંચી થતી જતી ટેકરીઓ, પૃથ્વીના પોપડામાં થતા મોજાંઓ બતાવે છે. દુનિયામાંની ઘણી પર્વતની હારો આ રીતે ઉત્પન્ન થયેલી છે.

આગળ કહ્યું છે તેમ પૃથ્વીના પોપડામાં થતી આવી ગડીઓમા બે ભાગ જોવામાં આવે છે. (૧) ઊંચી કમાનનો ભાગ અને (૨) નીચી કમાનનો ભાગ. પહેલા ભાગમાં આવેલા થર તેની વચલી ધરીની બે બાજુ વિરૂદ્ધ દિશામાં ઢળે છે, જ્યારે બીજા ભાગમાં આવેલા થર સામસામી બાજુએથી મધ્ય રેખા તરફ ઢળતા રહે છે. આવી ગડીઓ કોઇવાર આછી અને પહોળી હોય છે, તો કોઈવાર સાંકડી અને ઉભી આવી ગયેલી હોય છે. કોઇકવાર તો તે લંબરેખાની એક બાજુ નમી પડેલી હોય છે. દરિયા કિનારે આવેલી ટેકરીઓની હારના ખુલ્લા પડેલા થરોમાં થોડીજ ગડીઓ જોવામાં આવે છે પણ જયારે કોઇ દેશના થરોના જીલ્લાવાર નકશા બનાવવામાં આવે છે, ત્યારે જણાય છે કે થરોની આવી રચના તો બધેજ જોવામાં આવે છે. એ કાંઈ કુદરતમાં અપવાદ રૂપ રચના નથી.

આવી ગડીઓ વાળા થર તેમની ઉત્પત્તિ વખતે તો ક્ષિતિજ સમસૂત્રજ હશે; પણ પાછળથી તેમની સપાટીની સમાંતર દિશામાં કાર્ય કરતા કોઈ અમોઘ બળના કાર્યથી તેમાં એવી ગડીઓ પડી ગઈ હશે. મેજપર લુગડું કે કાગળ પાથરી બંને છેડેથી તેને દબાવતાં તેમાં આવીજ ગડીઓ પડી જશે. આવા બંને બાજુએથી થતા દબાણને પરિણામે જ પૃથ્વીના પોપડામાં પણ ઉપર જણાવી તેવી ગડીઓ પડી ગયેલી જણાય છે. પૃથ્વીના પોપડા પર આવું દબાણ કરતાં બળને **પૃથ્વીની હાલચાલ** કહે છે. એવું બળ શાથી થાય છે તે હજુ ચોક્કસપણે જાણી શકાયું નથી; પણ ધીરેધીરે ઠંડા પડી સંકોચાતા પૃથ્વીના અંદરના ભાગને અનુકૂળ થવા પૃથ્વીના પોપડામાં એવી ગડીઓ પડતી હશે.

(૨) **અસંગતતા (અનકૉન્ફૉર્મિટી)**:—ઘણી વાર એવું બને છે કે પૃથ્વીની સપાટી પર કાર્ય કરતાં વિવિધ બળોની અસરથી ખવાઈ ગયેલા થર બેસી જઈ દરિયાની સપાટીની નીચે ઉતરી પડે છે. આવે પ્રસંગે તેમની ઉપર નવા થર રચાવા માંડે છે. એ નવા



આકૃતિ ૧૨ ગી.

થતા થર પહેલાં તો એ ખવાઇ ગયેલા થરની સપાટીમાંના ખાડા ટેકરા પૂરી નાંખે છે અને ત્યાર બાદ તે સપાટીના થરોના ખવાઈ ગયેલા છેડાઓ પર નવા થર રચે છે. આવા દૃશ્યને **અસંગતતા** કહે છે, કારણ કે, દિશા અને ઘટના જોતાં જૂના તથા નવા થરમાં જરા પણ મળતાપણું જણાતું નથી.

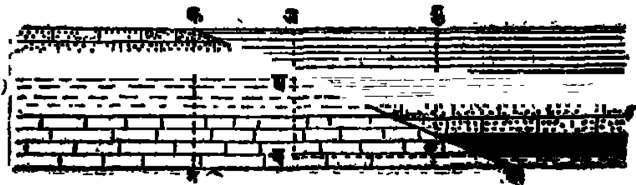
(૩) **સ્તર-શિલામાં સાંધો**:—ઘણી ખરી સ્તર-શિલાઓમાં તેમની સપાટીને સમાંતર આવેલી સાંધોથી જુદા આકાર તથા કદના ચોસલાં પઠી ગયેલાં હોય છે. જળકાર શિલાઓમાં આવી સાંધો ઘણી-વાર એકજ થરની મર્યાદામાંથી પસાર થાય છે, અને એક એક પર આવેલા થર આવી સાંધોથી જુદા પડતા હોય છે. થરોની વિસ્તાર રેખા તથા નમન કોણ રેખા એ બંને તરફ આવી સાંધો હોય તો તેનાથી થરોનાં નાના મોટા કદના ચોખંડાં ચોસલાં પડી જાય છે. ખાણ ખોદનારા આવી સાંધોનો લાભ લઈ આખાં ને આખાં ચોસલાં ઉખેડી કાઢે છે. ઝાડનાં મૂળ આવી સાંધોમાં ઉતરી તેમને પહોળી કરે છે. અને અંતે તે થરનાં ચોસલાં નીચે ગબડાવી પાડે છે. એવી સાંધોમાં ભરેલું પાણી શિયાળાની ઠંડીમાં જામી, ફૂલી

એવીજ અસર કરે છે. એવીજ સાંધોમાં થઇ ભરેલું પાણી નીચી સપાટીએ ઝરણ રૂપે બહાર નીકળી વહે છે. આવી સાંધવાળાં કઠણ શિલાના થરની નીચે પોચા થર આવેલા હોય છે, ત્યારે હવાના કાર્યથી નીચલા પોચા થર ખવાઇ જાય છે, અને પરિણામે તેની ઉપર આવેલો કઠણ થર નિરાધાર થતાં તેનાં ચોખંડાં ચોસલાં નીચે ગબડી પડે છે. આમ થવાથી ઊભી ધારો પેદા થાય છે. ઊભા ટેકરાઓની ધારો ઘણીખરી આ રીતે થયેલી હોય છે.

થર ઉપસતી વખતે તેમજ તેમાં ગડીઓ પડતી વખતે થતા બળની અસરથી તેમાં આવી સાંધો થતી જણાય છે.

(૪) **સ્તરભંગ (ફૉલ્ટ)**:—પૃથ્વીના પોપડા પર બાજુઓ પરથી થતા પ્રબળ દબાણને પરિણામે થતા ફેરફારોમાં સૌથી વધારે ધ્યાન ખેંચે એવો બનાવ તો પોપડાના થરોનું ભાંગી જવું છે. અણચીંતવ્યાં પડી જતાં અથવા અકસ્માત થતાં માણસના હાથ પગનું હાડકું સાંધામાંથી ઉતરી જાય છે અથવા ભાંગી જાય છે તેમ પૃથ્વીના પોપડાપર બાજુઓથી થતા દબાણની અસરથી તે પોપડાના થર પણ ઉતરી જાય છે અથવા ભાંગી જાય છે.

આવે પ્રસંગે મૂળ થરનો છુટો પડેલો ભાગ કેટલો નીચો ઉતરી પડે છે તથા એક બાજુ કેટલો આઘો સરી જાય છે તે જાણવું જરૂરનું છે. તે ભાગના નીચે ધસી પડવાને **અધઃપતન (થ્રો)** અને

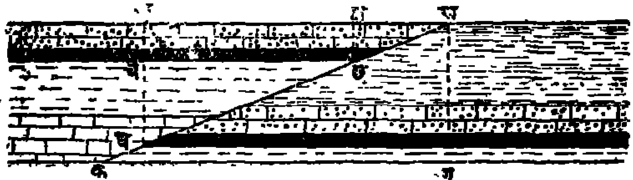


આકૃતિ ૧૩ મી સાદો સ્તરભંગ.

क ख સ્તરભંગ રેખા, ग घ અધઃપતન च छ પાર્શ્વપતન રેખા; ज झ સ્તર શૂન્ય અવકાશ.

બાજુએ સરી જવાને પાર્શ્વપતન (શિફ્ટ) કહે છે. થરનો તૂટેલો ભાગ એક બાજુ સરી જાય એવે પ્રસંગે સ્તરભંગ સાદો અથવા સાધારણ કહેવાય છે. સ્તરભંગ થયેલા પ્રદેશમાં કોલસાના અથવા કોઈ બીજા રંગિત પથ્થરના થર આવી ગયા હોય તો સ્તરભંગ સહેલથી જોઈ શકાય છે. સાદા સ્તરભંગવાળા પ્રદેશમાં તૂટેલા થરના સરી ગયેલા છેડાઓ વચ્ચે શાયડો મારવામાં આવે તો તેમાં સરી ગયેલા થરની જરા પણ નિશાની જણાય નહિ. ભાંગેલા થરોના તૂટેલા છેડાની સપાટી નિયમિત આકૃતિવાળી અને સુંવાળી અથવા તો કાપા, ખોભણો અને પોલાણોવાળી હોય છે. પાછળથી એ સપાટીના પોલા ભાગોમાં થરના તૂટવાથી પડેલો છોલ ભરાય છે અથવા તો તેમાંથી ઝમતા પાણીમાં ઓગળેલાં ખનિજ દ્રવ્યોના સ્ફટિકોથી તે પુરાય છે. પૃથ્વીના પોપડાના તે ભાગમાં અંદર ભરેલું પાણી આવા સ્તરભંગના તુટેલા પ્રદેશમાં ઝરણ રૂપે બહાર નીકળી આવે છે.

ઘણીવાર એવું બને છે કે થરોના ભાંગવાથી થયેલા કકડા એક એકથી દૂર સરી જવાને બદલે, ભાંગેલા હાડકાના છેડાઓની પેઠે એક એકની ઉપર ચઢી જાય છે. આવા સ્તરભંગને **વ્યાસ સ્તર-**



આ. ૧૪ વ્યાસસ્તરભંગ.

સંજ્ઞાની સમજૂતિ આ. ૧૩ મુજબ.

ભંગ (ઓવર ફૉલ્ટ) કહે છે. આ પ્રકારના સ્તરભંગમાં સ્તરભંગ પ્રદેશમાં સાયડો મારે તો ભાંગેલા થર બે વાર કોચાય.

સ્તરભંગ રેખા ઘણીવાર એકવડી અને અખંડ હોય છે, પણ કેટલીકવાર તેની શાખાઓ પડેલી દેખાય છે. કેટલીકવાર છૂટા પડેલા

થરના ભાગોમાંથી ઉત્તરોત્તર ભાગો છૂટા પડી નીચા દબાતા જાય છે. આવે પ્રસંગે સ્તરભંગ રેખા પગથિયાંની હાર જેવો આકાર ધારણ કરે છે. એવો સ્તરભંગ **સોપાનસ્તરભંગ (સ્ટેપ ફૉલ્ટ)** કહેવાય છે. કેટલીકવાર કોઈ થરોમાંથી અમુક ભાગ બંને બાજુએથી છૂટો પડી નીચે ઉતરી પડે છે. આવે વખતે મૂળ થરના છેડા તથા તેમનાથી છૂટો પડેલો ભાગ મળી પાણીની ટાંકી જેવો આકાર ધારણ કરે છે. આ કારણથી એવા સ્તરભંગ **પાત્રસ્તરભંગ (ટ્રફ-ફૉલ્ટ)** કહેવાય છે.

અગ્નિકૃત શિલાઓ (ઇગ્નિયસ-રૉક્સ).

ક્રિયાવત્ જ્વાળામુખીમાંથી નીકળતાં દ્રવ્યોમાંથી થતી શિલાઓઃ—આપણે આગળ જોયું છે કે ચપલ અને ક્રિયાવત્ જ્વાળામુખીના મુખમાંથી ઊનો ધગધગતો પાષાણ રસ, મોટા ગોળા, ગોટા, પથરા તથા વરાળ અને રાખોડીના ગોટેગોટ ઊડી ચોમેર ફેલાય છે. તેના મુખમાંથી નીકળતો પાષાણ રસ પૃથ્વીના ઊંડા ભાગમાંથી આવે છે. તે બધે ઠેકાણે એક સરખો ઘટ્ટ હોતો નથી. કોઇક સ્થળે એ જાડો હોય છે અને જ્વાળામુખીના મુખથી બહુ દૂર ફેલાતો નથી, જ્યારે બીજે સ્થળે તે પાતળો હોય છે અને જ્વાળામુખીની આસપાસ ઘણા માઇલ સુધી ફેલાઇ જાય છે. આ ઊનો પાષાણ રસ પૃથ્વીના ગર્ભમાંથી બહાર આવી થોડી કે વધારે વાર વહે છે, પણ તે દરમ્યાન તેની ગરમી પગલે પગલે બહાર નીકળી જવાથી આખરે વહેલો કે મોડો તે ઠરી જાય છે. આ ઉપરથી જણાશે કે જ્વાળામુખીના મુખમાંથી નીકળતા રસનો ઘણો ખરો ભાગ તો તેની પાસે ને પાસે જામી જાય છે. વળી તેની અંદરથી નીકળતી રાખોડી તથા બીજા પદાર્થોનો ઘણો મોટો હિસ્સો પણ એજ રીતે તે પર્વતની પાસેજ એકઠો થાય છે, પણ કેટલોક ભાગ ઊડીને પાસે કોઇ જળાશય

હોય તેા તેમાં પડે છે અથવા હવાના પ્રવાહમાં ભળી ઘણે દૂર સુધી ઘસડાઈ જાય છે.

જ્વાળામુખીના મુખમાંથી ફેંકાતાં ઉપર બતાવેલાં દ્રવ્યેાનું કેવું રૂપાંતર થાય છે તે હવે આપણે તપાસીએ. ઊનેા પાષાણુરસ વહેતેા હેાય છે તે વખતે તેની અંદરની વરાળ જોર કરી બહાર નીકળે છે. આ વરાળના બહાર નીકળવાને જોરે પ્રથમ તે રસની ઉપલી સપાટી-પર પરપેાટા થાય છે, અને તે ફાટતાં ત્યાં ખાડા પડી જાય છે. આવી ખાડાવાળી સપાટીવાળેા તે રસ આગળ વહે છે અથવા પહેાળેા પથરાય છે ત્યારે તેની ઉપર પડેલા મૂળ ખાડા પણ ખેંચાઇ લાંબા થઇ જાય છે. ઘણી વાર પાસે પાસે આવેલા આ ખાડા લાંબી સળીએા કે દેારીએાના આકાર ધારણ કરે છે. ઘણી વાર આ પીગળેલા રસના સમૂહમાં પટીએા કે રેખાએા જેવા આકાર બની જાય છે. આવાં નીશાનેાવાળી શિલાએા જોતાંજ તેની ઉત્પત્તિની કલ્પના ઝટ કરી શકાય છે. ઘણીવાર એવું બને છે કે શરૂઆતમાં થયેલા ઠરેલા પાષાણ રસના થર ઉપર કેટલાક નવા થર બાઝે છે અને એવે પ્રસંગે ઉપલા થરેામાંથી ઝમતું પાણી, નીચેના થરેામાં આવેલા ખાડાએામાં ભરાય છે. એ પાણીમાં ચુનાનેા કાર્બોનેટ ક્ષાર કે સૈકતદ્રવ્ય (સિલિકા) એાગળેલાં હેાય છે, અને તે પાણીમાંથી સ્ફટિક રૂપે છૂટાં પડી, બદામ જેવા આકારના પિંડેાથી તે ખાડા પૂરી દે છે.

કેાઈ સાધારણ દ્રાવણમાં પાણીમાં જુદા જુદા ક્ષાર એાગળેલા હેાય છે તેમ ભૂગર્ભમાંથી બહાર ફેંકાતા આ ઊના પાષાણ રસમાં જુદી જુદી રાસાયનિક ઘટનાવાળાં દ્રવ્ય સંપૂર્ણ પણે મિશ્ર થયેલાં હેાય છે. આવેા દ્રવ્ય સમૂહ ઠંડેા પડે છે, ત્યારે પ્રથમ તેા તેમાંના પરસ્પર આકર્ષણવાળાં રાસાયનિક તત્ત્વ એક એક જોડે મળી જાય છે, અને ત્યાર બાદ જુદા જુદા આકાર અને કદનાં સ્ફટિકેા તેમાં બંધાવા માંડે છે. આ પાષાણ રસ ખુલ્લી હવામાં વહેલેા ઠંડેા પડી જાય છે, પણ પૃથ્વીના ઊંડા ભાગમાં તે એટલેા જલદી ઠંડેા પડી

શકતો નથી. પૃથ્વીના ઊંડા ભાગમાં આવેલા પાષાણુ રસની ઉપર ઘણા થરોનું દબાણ થતું હોય છે તો તો તે ઘણોજ ધીરે ઠંડો પડે છે. આ રસ ઘણી ઝડપથી ઠંડો પડવા પામે તો તેમાં સ્ફટિકો પેદા થતાં નથી, પણ તે લીસા ચળકતા કાચ જેવા રૂપમાં જામી જાય છે; પણ જો તે ધીરે ધીરે ઠંડો પડે અને તેને ઠંડો પડવા માટે જોઇતો સમય મળે તો તે દ્રવ્ય સમૂહ બધો સ્ફટિકમય થઈ જાય છે. જ્વાળામુખીમાંથી નીકળતા ઊના પાષાણુ રસને ઠંડો પડવા માટે જેવા સંજોગો મળ્યા હોય તેને અનુસરી તેની અંદરની રચના કાચ રૂપ તથા સ્ફટિકમય રૂપ એ બે રૂપોની વચ્ચેનું કોઈ રૂપ ગ્રહણ કરે છે. કોઇક ઠેકાણે નાનાં સ્ફટિકોની કે કાચમય દ્રવ્યોની ભૂમિમાં મોટાં કદનાં સ્ફટિકો આવી ગયેલાં હોય છે તો કોઇક ઠેકાણે અમુક દ્રવ્યનાં સ્ફટિકોની ભૂમિમાં બીજા દ્રવ્યનાં સ્ફટિકો આવી ગયેલાં જણાય છે. કોઇક વાર એમ બને છે કે પૃથ્વીના ઊંડાણમાં આવેલાં રસમાં મોટાં કદના સ્ફટિકો બંધાવા માંડે છે, પણ એટલામાં તે રસ મુખવાટે બહાર રેડાય છે. આમ થતાં પીગળેલો રસ ઝડપથી ઠંડો પડે છે અને તેનું દ્રવ્ય નાનાં નાનાં સ્ફટિકોના રૂપમાં બદલાઈ જાય છે. આ પ્રમાણે થયેલી નાનાં સ્ફટિકોની ભૂમિમાં પ્રથમ બનેલાં મોટાં સ્ફટિક અર્ધ ખવાયેલાં દટાયેલાં જણાય છે.

જ્વાળામુખી કાર્યમંદ પડતાં થતા રચના-વિશેષો:—

કોઇ જ્વાળામુખીમાંથી પાષાણુ રસ બહાર ઉભરાવા માંડે છે, તે પહેલાં તે સ્થળે આવેલા પહાડની નીચેની જમીનમાં કે પહાડના શરીરની અંદર જે કાંઇ ફાટ ચીરા હોય છે, તે બધા તે રસથી પુરાઇ જાય છે. જ્વાળામુખી કાર્ય મંદ પડે છે, ત્યારે તો પાષાણુ રસ મુખની બહાર નીકળતો નથી, પણ મુખ સુધી ઉભરાઈ આવી શમી જાય છે કે પહાડના શરીરમાં આવેલાં ફાટ કે ચીરા પૂરી નાંખે છે. મુખ પૂરાઇ ગયું હોય છે તો તે રસ જોર કરી નવું મુખ કરવા

જાય છે અને તેમ કરતાં ફાટ કે ચીરા પાડે છે. પાછળથી તે ફાટ-ચીરા તેના ઉભરાતા રસથી પૂરાય છે. રસથી પૂરાયેલી ફાટ સાંકડી અને અનિયમિત આકારની હોય છે કે ભીંત જેવી ઊભી અને પહોળી હોય છે. ઘણીવાર પૃથ્વીની અંદર આવેલી ગુફાઓ કે બખોલો આવા રસથી પુરાઈ જાય છે. આવી બખોલોમાં પૂરાયેલો રસ ધીરે ધીરે ઠંડો પડે છે તેથી બહુધા સ્ફાટિક મય હોય છે. આવી બખોલોમાં મર્યાદા બાંધનાર શિલાઓ તે બખોલોમાં પાછળથી ભરાયેલા રસમાંથી થયેલાં દ્રવ્ય કરતાં પ્રાચીન હોય એ દેખીતું જ છે.

શાંત પડેલા જ્વાળામુખીઃ—જ્વાળામુખી કાર્ય હમેશને માટે શાંત પડી ગયા પછી પણ જ્વાળામુખી પર્વત ઓળખવો અઘરો પડતો નથી. તેનો શંકુ આકાર, તેની મધ્યમાં આવેલું ઊંડું તળાવ જેવું મુખ તથા તેની આસપાસ આવેલા જામી ગયેલા પાષાણુ રસના અને રાખોડીના થરથી તે તરત ઓળખાઇ આવે છે. ઘણીવાર શાંત થઇ ગયેલા જ્વાળામુખીનું ગળું પથરા, રાખોડી, વગેરેથી અથવા જામી ગયેલા પાષાણુ દ્રવ્યથી રૂંધાઈ ગયેલું જોવામાં આવે છે. જુના જ્વાળામુખીઓમાં તો ઘણીવાર હવા તથા પાણીના ઘસારાથી મુખનો ભાગ તદ્દન ખવાઇને નાશ પામેલો હોય છે અને એવે પ્રસંગે આસપાસના જામેલા પાષાણુ રસના તથા રાખોડી વગેરેના થરથી તેનું સ્થાન નક્કી કરી શકાય છે. સહ્યાદ્રિ ઘાટના ભાગમાં આવી સ્થિતિ છે. ત્યાંની શિલાઓની ઘટના તથા ખાસ લક્ષણો ઉપરથીજ ત્યાં પૂર્વે જ્વાળામુખી કાર્ય થયાનું અનુમાન કરી શકાય છે.

આવા શાંત પડેલા જ્વાળામુખીઓ ઉપર હવા જળ તથા ગરમીનું કાર્ય સતત ચાલતાં એ અમોઘ અને અનિવાર્ય બળોની અસર નીચે તેનો પાષાણુ દેહ ધીરે ધીરે ઘસાતો જાય છે. એ કાળક્ષયના વ્યાધિ-થી એને કોઇ બચાવી શકતું નથી. આમ એક એક ફુટ ઘસાતાં આખરે તે એટલો બધો ક્ષીણુ થઈ જાય છે કે તેને જોઈ તેનાં મૂળ કદ અને ભવ્યતાનો જરા પણુ ખ્યાલ આવી શકતો નથી.

કેટલીક વાર તેા એવું પણ બને છે કે આ પ્રમાણે ઘસાતાં ઘસાતાં આખેા જ્વાળામુખી ભોંય ભેગેા થઇ જાય છે અને ભૂમિતલ પર તેનું સ્થાન સૂચવનાર કાંઇ નિશાન રહેતું નથી. આવે પ્રસંગે તે સ્થળે ભૂગર્ભમાં મળી આવતી જામેલા પાષાણ રસથી પૂરાયેલી ફાટોની જાળથી તથા સ્ફટિકમય દ્રવ્યેાથી ભરાયેલી પેાલાણ ઉપરથી ત્યાં પૂર્વે થઇ ગયેલા અગ્નિશૈલનું સૂચન થાય છે. ઘણીવાર એવું બને છે કે અગ્નિશૈલની શિલાઓમાં થઇ ઝમતું પાણી તે શિલાઓમાનાં ઘણાં દ્રવ્યેાને ઓગાળી લઈ જાય છે તથા તેમની જગાએ નવાં દ્રવ્યેા મૂકતું જાય છે. આ રીતે મૂળ શિલાઓની રાસાયનિક ઘટનામાં એટલેા બધેા ફેરફાર થઈ જાય છે કે મૂળ શિલાઓની ઘટના કેવી હશે તે કહી શકાતું નથી. જળઠાર અથવા જલકૃત શિલાઓની પેઠે આ અગ્નિકૃત શિલાઓમાં પણ આડી સાંધેા પડેલી જોવામાં આવે છે. શિલાઓ ઘટ્ટ અને એક સરખી ઘટનાવાળી હેાય અને એક એકની ઉપર આવેલી શિલાઓની સપાટી સમાંતર હેાય છે તેા તેમાંની સાંધેા ઘણીજ નિયમિત અને સુંદર હેાય છે. આવી સાંધેાથી જામી ગયેલા પાષાણરસના સમૂહમાંથી વિવિધ આકારના થાંભલા રચાય છે અને તેથી તે શિલા સમૂહ જલકૃત શિલા જેવેા ઉપરચેાંટીએા આકાર ધારણ કરે છે.

અગ્નિકૃત શિલાઓવાળા પ્રદેશાનું દૃશ્ય તથા તે શિલાઓનેા વ્યવહારૂ ઉપયેાગઃ—અગ્નિશૈલનેા સામાન્ય આકાર શંકુ જેવેા હેાય છે. તેની ટોચે તળાવડી જેવેા મુખનેા ભાગ હેાય છે અને તે મુખને તળીએથી ભૂગર્ભમાં ઊંડે સુધી એક લાંબી નળી જેવેા ભાગ હેાય છે. આવા અગ્નિશૈલેાના મુખમાંથી નીકળેલા પાષાણ રસના જામવાથી થયેલા પર્વત પ્રદેશેા તેમની સપાટ અગાસી જેવી ટોચ, પહેાળા ઢાળ તથા વાંકાચૂંકા ઘાટમાર્ગોથી ઘણા શેાભીતા જણાય છે. તેમની સપાટ અગાશી જેવી ટોચને લીધે તે કીલ્લેબંધી કામ માટે ઘણા અનુકૂલ છે. આજ કારણથી ઘાટનાં શિખરેાને મરાઠાઓએ

પહાડી કિલ્લાઓ બાંધવા માટે પસંદ કરેલાં. વળી આ પર્વતોમાં વારા ફરતી નક્કર અને પોચા થર આવતા હોવાથી ગુફા કોરી કાઢવા માટે પણ તે ઘણા અનુકૂળ છે, અને તેજ કારણે પૂર્વકાળમાં બૌદ્ધ ધર્મની જાહોજલાલીના સમયમાં આ પહાડોમાં અનેક ગુફા–મંદિરો કોરી કાઢવામાં આવેલાંછે. આ પહાડોમાં ઝરણ બહુ હોતાં નથી તેથી તેમાં વનસ્પતિની સમૃદ્ધિ બહુ હોતી નથી. ચોમાસામાં તથા તે મોસમ વીત્યા પછી કેટલાક સમય સુધી એની તળેટીમાં લીલાશ જણાય છે, પરંતુ ઉનાળો આવતાં તો સૂકાં ઘાસ તથા પાન વિનાનાં ઝાડનાં ઠુંઠાં શિવાય કોઇ બીજી વનસ્પતિ જોવામા આવતી નથી.

અગ્નિશૈલોમાંથી નીકળતી શિલાઓમાં ' ગ્રેનાઇટ ' નામે ઓળખાતો કઠણ પથ્થર ઘણો ટકાઉ હોવાથી ગોદી, પૂલ, દીવાદાંડી તથા કિલ્લાઓ જેવાં ભારે મકાન બાંધવામાં વપરાય છે. એજ પથ્થરની બીજી જાતો સારી રીતે કપાય છે, વહેરાય છે તથા ઓપ લે છે, તેથી તેનો શોભાના કામમાં ઉપયોગ થાય છે. આ ઉપરાંત આ શિલાઓમાંથી નીકળતા શોભીતા રંગના અને ચળકતા પથ્થરો જાત જાતનાં મીનાકારી કામોમાં વપરાય છે. આ ઉપરાંત ' બેઝાલ્ટ' નામનો કાળો ચળકતો પથ્થર તથા ' ડૉલેરાઇટ ' નામનો પથ્થર પણ બાંધકામ માટે બહુ ટકાઉ અને મજબૂત ગણાય છે. પણ આ પથરા ઘણા કઠણ હોવાથી તેમને ઘડવામાં મહેનત અને ખર્ચ ઘણાં થાય છે તેથી તેમનો બહોળો ઉપયોગ થઇ શકતો નથી; પરંતુ તેમની કઠણાશને લીધે તે રસ્તા બનાવવાના કામમાં ' મેટલ ' તરીકે ઘણા ઉપયોગી થઈ પડે છે. આથી પાકી સડકો બાંધવામાં તેમનો બહુ બહોળો ઉપયોગ થાય છે.

જગતમાં વપરાતો ગંધક ઘણો ખરો જ્વાળામુખી પ્રદેશોમાંથી મળી આવે છે. પ્યુમાઇસ જેવા પથ્થર વસ્તુઓને ઓપ ચઢાવવાના કામમાં વપરાય છે, તથા હલકા પણ ટકાઉ પથ્થર મકાનો બાંધવાના કામમાં આવે છે. ' ઓબ્સિડિયન ' નામના ચળકાટવાળા કઠણ

પથ્થરમાંથી પાષાણ યુગના આપણા પૂર્વજો કુહાડા, છરા, તીર વગેરે બનાવતા હતા.

આ શિલાઓમાં ફાટો હોવાને પરિણામે એના ખવાવાથી થતી માટી પણ છિદ્રાળુ થાય છે અને તેથી તે સુકી પણ રસાળ હોય છે. વળી એ ભોંય કાળા રંગની હોવાથી તે ઘણા મોટા પ્રમાણમાં સૂર્યની ગરમી શોષી લે છે તથા તેમાં સોડા, પોટાશ અને ચુનાનું પ્રમાણ ઘણું મોટું હોવાથી તે સારી કસદાર હોય છે. ચીનાઇ માટી 'કેઓલીન' આવી કોઇ શિલાના વિઘટ્ટનને પરિણામે પેદા થયેલી છે. આવી ભોંયમાં ફાટ, ચીરા તથા પોલાણની જગા સિવાય પાણી ભાગ્યે જ નીકળે છે.

અગ્નિકૃત શિલાઓની રાસાયનિક ઘટના તથા વર્ગીકરણઃ– આ શિલાઓમાં સિલિકા રૂપ તેજાબ, એલ્યુમિના, પોટાશ, સોડા, ચૂનો વગેરે ભસ્મ દ્રવ્યો અને અમુક પ્રમાણમાં લોહભસ્મ એટલાં દ્રવ્યો જુદાં જુદાં પ્રમાણમાં ભળેલાં હોય છે. આ બધાં દ્રવ્યોમાં સૌથી અગત્યનું 'સિલિકા' છે—અને તે ૪૦ ટકાથી માંડી ૮૦ ટકા જેટલું હોય છે. શુદ્ધ સ્વરૂપમાં એ સિલિકા દ્રવ્ય ચકમકિયો પથ્થર બનાવે છે, પરંતુ સામાન્ય રીતે એ તેજાબ રૂપ સિલિકા દ્રવ્ય બીજાં ભસ્મ દ્રવ્ય જોડે ભળેલું હોય છે. જે શિલાઓમાં સિલિકા દ્રવ્યનું પ્રમાણ ૬૫ ટકાથી વધારે હોય તે **અમ્લ** શિલાઓ કહેવાય છે; ૫૫% થી ૬૫% ટકા જેટલા સિલિકા દ્રવ્યવાળા પથ્થર **મધ્ય** કહેવાય છે; અને ૪૫ થી ૫૫ ટકા જેટલા સિલિકા દ્રવ્યવાળા પથ્થર **ભાસ્મિક શિલા** કહેવાય છે.

વિકૃત શિલાઓ

ઉપર વર્ણવેલી જલકૃત તથા અગ્નિકૃત શિલાઓની મૂળ ઘટનામાં તથા રચનામાં પાછળથી અનેક કારણોને લઈ વિવિધ ફેરફારો

થાય છે. દાખલા તરીકે રેતીનાં કાચા પથ્થરનાં કણુ વચ્ચે સૈકત. લોહમય કે ચૂનાનું કાર્બોનેટ દ્રવ્ય કોલરૂપે આવી જવાથી તે પાકા થાય છે. ઘણીવાર પ્રથમનું કોલ દ્રવ્ય થોડું થોડું કરી ધોવાઇ જાય છે, અને તેની જગાએ નવું કોલ દ્રવ્ય આવી જાય છે. ઘણી-વાર ઊનો ધગધગતો પાષાણુ રસ પૃથ્વીના પોપડામાંનાં ફાટ અને ચીરાઓમાં ધસી જાય છે ત્યારે તેની લગોલગ આવેલી શિલાઓમાં તેની અંદર રહેલી ગરમીને બળે બળી જળી સેકાઈ જાય છે અને તેમની સ્થૂળ રચનામાં ઘણો વિકાર થઈ જાય છે. ઘણીવાર પૃથ્વીના પોપડાની અંદરના ભાગમાં આવેલી શિલાઓ તેમની ઉપર આવેલી શિલાઓના અત્યંત ભારથી દબાઈ કચરાઈ જાય છે અને પરિણામે તેમની રચનામાં ઘણા મોટા વિકાર થઇ જાય છે.

હવે આપણને સમજાય છે કે એકવાર રચાયેલી શિલાઓમાં પાછળથી જલ, અગ્નિ તથા દબાણથી અનેક નાના મોટા વિકાર થાય છે. આ બળો શિલાઓની મૂળ ઘટનામાં પણ કારણભૂત હતાંજ. એકનાં એક બળ ઉત્પન્ન પણ કરી શકે છે અને નાશ પણ કરી શકે છે. કરવાને પણ સમર્થ છે, ન હતું કરવાને પણ એટલાંજ સમર્થ છે. એ બળો ઇશ્વરની શક્તિની સાખ પૂરે છે. આ બળો એક એક કે ભેગાં મળીને એક સાથે પણ કાર્ય કરતાં જોવામાં આવે છે.

જલથી થતા વિકાર:—શિલાઓનાં સાધારણ ઘટક તેમની અંદર થઇ ઝમતા વરસાદનાં પાણીમાં ઘણે ઓછે અંશે ઓગળે છે; પરંતુ જ્યારે એ પાણીમાં કાર્બન-ડાયોક્સાઇડ અથવા બીજા વાયુ ઓગળેલા હોય છે, ત્યારે તેની દ્રાવણ શક્તિ ઘણી વધી જાય છે, અને પહેલાં નહિ ઓગળતાં ઘણા દ્રવ્યો હવે તેમાં ઓગળી શકે છે. અધુરામાં પુરૂં આ પાણી પૃથ્વીની અંદરની ગરમીથી ગરમ થાય તો તો તેની શક્તિમાં ઘણો વધારો થાય છે. જુદા જુદા વાયુઓના ભેળવાળું વરસાદનું પાણી પૃથ્વીના ઊંડાણમાં અત્યંત દબાણ તથા ગરમીની અસર નીચે ઘણા મોટા રાસાયનિક ફેરફાર કરી શકે છે.

જે ખડકોમાં થઇ તે ઝમે છે તેનાં મૂળ દ્રવ્યોમાંનાં કેટલાંકને ઓગાળી ઘસડી જાય છે અને તેમને બીજે કોઈ સ્થળે શિલાઓનાં ફાટ કે ચીરાઓવાળા ભાગમાં ઠારે છે. આ રીતે શિલાઓની અંદરની બખોલો જાતજાતનાં ખનિજોની રેખોથી પુરાઈ જાય છે. આવી રેખો **ખનિજ શિરાઓ કે રેખો** કહેવાય છે. આવી રેખોમાં સાધારણ ખનિજો તેમજ વિવિધ ધાતુઓ હોય છે. ઝમતા પાણીમાં ઓગળી પછી તેમાંથી છૂટાં પડી ઠરેલાં ખનિજ દ્રવ્ય સાધારણ રીતે બહુ શુદ્ધ સ્થિતિમાં હોય છે. જ્યાં જ્યાં ધાતુની રેખો જોવામાં આવે છે, ત્યાં ત્યાં તે આવી રીતે થઇ કે બીજી રીતે તે તો વિવાદગ્રસ્ત પ્રશ્ન છે, પણ ઘણે પ્રસંગે તો તેની ઉત્પત્તિ આજ પ્રકારે થઇ હોય એમ જણાય છે.

અગ્નિથી થતા વિકાર:—અગ્નિથી એટલે કે ગરમીથી થતા વિકારની અસર તે અગ્નિના મૂળની પાસે આવેલી શિલાઓ જોતાં ઝટ સમજાય છે. પૃથ્વીના પોપડાની અંદર આવેલાં ફાટ કે ચીરામાં ઊનો ધગધગતો પાષાણરસ ઘુસી જાય છે તેવે વખતે તેની ગરમીથી તેની આસપાસ આવેલી અને ખાસ કરીને તેને અડકીને રહેલી શિલાઓમાં મોટા નાના વિકારો થાય છે. એવા સંજોગોમાં કેટલીક શિલાઓ માત્ર તપી કઠણ થાય છે, કેટલીક ઓછી વધારે સેકાઇ કે દાઝી જાય છે, જ્યારે બીજી કેટલીકનાં કણ સ્ફટિક રૂપ ધારણ કરે છે. આ રીતે માટીના પથ્થર કઠણ તથા ચળકતા અને લીસા થઈ જાય છે અને સાધારણ રેતી પથ્થરો આરસપહાણના રૂપમાં બદલાઇ જાય છે.

દબાણથી થતા વિકાર:—જલ તથા અગ્નિના કાર્યથી શિલાઓની સામાન્ય સ્થૂલ રચનામાં ઝાઝા કે જાણવા જોગો ફેરફાર થતા નથી, પરંતુ તેનાથી તે શિલાઓનાં ઘટકમાં રાસાયનિક કે બીજી કોઈ જાતના વિકાર થાય છે. પરંતુ પૃથ્વીના પોપડાના સંકોચાવાથી થતા બાજુના દબાણથી તેમજ નીચલા થર પર થતા ઉપલા થરોના દબાણથી તો મૂળ શિલાઓની સ્થૂલ ઘટના તદ્દન બદલાઇ જાય છે

એટલુંજ નહિ, પણ તે ઉપરાંત તેમનાં ઘટકોમાં ઘણો મોટો રાસાયનિક વિકાર પણ થઈ જાય છે, અને જુનાં ખનિજોને સ્થાને નવાં ખનિજ આવી જાય છે અને તે અવનવા સ્ફટિક રૂપો ધરી રહે છે.

વિકૃત શિલાઓના વ્યવહારૂ ઉપયોગ તથા તેવી શિલાવાળા પ્રદેશોની રચના:—પૃથ્વીના પોપડાના જે ભાગમાં આ જાતની શિલાઓ આવી હોય તે બધાનો દેખાવ એક સરખો હોતો નથી. ખંડના વિશાળ મેદાન પ્રદેશમાં વિકૃત શિલાવાળો ભાગ સપાટ અને કોઈ પણ જાતની વિવિધતા વગરના હોય છે; પણ પર્વત પ્રદેશમાં તો એ શિલાઓવાળો ભાગ ઘણાજ ખડબચડા, આગળ પડતા અને સુકાસટ્ટ હોય છે. એવા પ્રદેશો ઓછી વધારે કઠણાશવાળી શિલાઓના બનેલા હોવાથી, હવા તથા પાણીના ખવાણથી તેમાં ઊભી ધારો અને ઊંડી સાંકડી ખીણોવાળા પ્રદેશ પડી જાય છે. હાઈલૅન્ડના સૃષ્ટિ સૌંદર્યનો આધાર ઉપર જણાવેલાં કારણોને આભારી છે.

વિકૃત શિલાઓમાંથી આર્થિક દષ્ટિએ ઉપયોગી ઘણાં ઘણાં દ્રવ્ય નીકળે છે. ખનિજ દ્રવ્યો ઘણાં ખરાં આવી શિલાઓના પ્રદેશમાંથી નીકળે છે. સ્ફટિકમય ચૂના પથ્થરમાંથી જાતજાતની ભાતવાળો આરસપહાણ મળે છે. 'સર્પન્ટાઇન' ખડક મોટા જથ્થામાં મળે તો તે બહુજ સારો છે અને ઘરની અંદર શોભાના પથ્થર તરીકે તેનો બહોળો ઉપયોગ થાય છે. 'કવૉર્ટઝાઇઝ' નામની શિલામાંથી રસ્તાપર પથ્થરવાળું મેટલ બને છે. એવા ખડકોમાંથી 'સોપસ્ટોન' અને 'આસ્બેસ્ટોસ' પણ મળી આવે છે. ગ્રેફાઇટનો ઉપયોગ પેનસીલ બનાવવાના ઉદ્યોગમાં તેમજ ચીજોપર ઓપ ચઢાવવામાં તથા ધાતુ કે કાચ ગાળવાની મુસ બનાવવામાં ઘણા મોટા પ્રમાણમાં થાય છે. આ ઉપરાંત બીજી ઘણી જાતનાં કિંમતી નંગ આવી શિલાઓના પ્રદેશોમાંથી મળી આવે છે. સ્લેટ પથ્થરમાંથી પથ્થર પાટી અને પથ્થર પેનો થાય છે. વિલાયતમાં ઘરનાં છાપરાં કરવામાં તેનો ઉપયોગ

કરવામાં આવે છે. એ પથ્થરની જાડી જાતો ટાંકી બનાવવામાં તેમજ બીજા બાંધકામના ઉપયોગમાં પણ આવે છે.

ઐતિહાસિક ભૂસ્તર વિદ્યા.

ખેડાણની ભોંય ખણી દૂર કરતાં તેની નીચેનો પૃથ્વીનો શિલામય પોપડાનો ભાગ દેખાય છે. કોઇ પણ પ્રદેશમાં આવેલો પૃથ્વીનો પોપડો કેવી શિલાઓનો બનેલો છે તે જોવા માટે તેનો સૌથી ઉપરનો માટીનો થર દૂર કરવા ધારીએ તો તે કામ બની શકે એવું નથી. એમ કરતાં તો જે માટી નીકળે તે નાંખી દેવાની જમીન મેળવવાનાં સાંસાં પડે ! **આવે પ્રસંગે દેશના જુદા જુદા ભાગમાં આવેલી ટેકરીઓ, નદીની ભેખડો, આગગાડીની સડકના કપાણ, પથ્થરની ખાણો, કુવા તથા સાયડાના કુવા વગેરે તપાસતાં તેટલા ભાગમાં આવેલી શિલાઓનું સામાન્ય જ્ઞાન મળી શકે છે.** ગયા પ્રકરણમાં ત્રણ જાતની શિલાઓ વિષે સમજૂતિ આપેલી છે. આ બધી શિલાઓમાંથી અગ્નિ શિલા તથા વિકૃત શિલાઓ કરતાં જળદાર શિલાઓ સારી બને છે, કારણ કે તે જળાશયના તળિયાપર નિયમિત રીતે ક્રમસર તથા ધીરે ધીરે કાંપ ઠરવાથી બનેલી છે.

જળદાર શિલાઓના થર રમવાનાં પત્તાં પેઠે બરાબર એક ઉપર બીજો એમ ગોઠવવામાં આવે તો બહારની સપાટીએથી જોતાં પૃથ્વીના પોપડાનું ઉપલું એકજ ખડકનું પડ જોવામાં આવે; પરંતુ સામાન્ય રીતે પૃથ્વીની સપાટી આગળ એક જાતની શિલાનો થર ન જણાતાં જુદી જુદી શિલાઓના સ્તરાપર્વો એટલે કોરાણો માત્ર જોવામાં આવે છે. જે થરોની એ કોરાણો છે તે તેમના મૂળ સ્થાનમાંથી કોઇ કારણે ધસી પડેલા હોવા જોઇએ. એ ધસી પડેલા થરોને સીધા કરી એક એક ઉપર ગોઠવી શકાય તો એ પ્રમાણે નીચેથી ઉપર સુધી ગોઠવાયેલા થરોમાં પહેલો કયો થયો હશે તથા

છેલ્લો કયો થયો હશે તે જાણી શકાય ટુંકામાં દરેક થરની નીચે તેનાથી જૂનો થર આવ્યો હોય છે અને તેની ઉપર તેનાથી નવો થર આવ્યો હોય છે. સાધારણ રીતે અમુક થરની નીચે આવેલો થર તેનાથી જૂનો અને તેની ઉપર આવેલો થર તેનાથી નવો હોવો જોઇએ. જમીનના થર આપણે એક વાર ઓળખતા થઇએ તથા એ થરો કયા ક્રમમાં ગોઠવાયેલા છે તે સમજી લઇએ તો કોઈ પણ પ્રદેશમાં આવેલા જુદા જુદા થરોને આપણે તેમના કુદરતી ક્રમમાં ગોઠવી શકીએ.

સામાન્ય રીતે એક એકની ઉપર આવેલા થર તપાસતાં જ-ણાય છે કે દરેક નીચલો થર ધીરે ધીરે બદલાઇ આખરે તેની ઉપર આવેલા થરમાં ભળી જાય છે. આમ થવાથી પાસે પાસે આવેલા થરોની વચમાં તૂટ જેવું કાંઈ જણાતું નથી. પાસે પાસેના થરો વચ્ચે તૂટ ન હોય તથા જૂનો થર ધીરે ધીરે બદલાઇ નવા થરમાં ભળી જતો હોય ત્યાં આપણે એવું અનુમાન કરી શકીએ કે તે પ્રદેશમાં ભૌતિક સંજોગો બહુ ધીરે ધીરે બદલાયા હશે, અને તેથીજ જૂનાં લક્ષણુવાળી શિલાઓને બદલે નવાં લક્ષણુવાળી શિલાઓ ક્રમે ક્રમે પેદા થઇ હશે. આમ હોવાને બદલે કોઈ પ્રદેશમાં બે થર વચ્ચે ચોખ્ખી તૂટ જણાય તો એમ અનુમાન થાય કે એ બે થર-ની રચના સમયની વચ્ચેના સમયાતરમાં કાંઇક અણુચીંતવ્યો મ-હાન ફેરફાર થયેલો હોવો જોઇએ. અસંગતતાનું દૃશ્ય જ્યાં જોવામાં આવે છે ત્યાં આવું અનુમાન કર્યા વગર બીજો ઉપાય રહેતો નથી. આવે પ્રસંગે સામાન્ય રીતે એવું અનુમાન થાય છે કે અસંગત થરોમાંના ઉપલા થર દુનિયાના બીજા ભાગમાં સમુદ્ર તળિયા પર રચાતા હતા તે પૂર્વે નીચલા થર સૂકી જમીન રૂપે પાણી બહાર હતાં, પણુ પાછળથી તે સમુદ્રની સપાટી નીચે દબાઈ ગયા અને ત્યાર બાદ તેમની ઉપર નવા થરો રચાવા માંડયા.

કોઇપણુ જળાશયમાં કાંપ ઠરતો હોય તે વખતે કોઇપણુ પ્રાણી

કે વનસ્પતિનાં મૃત શરીર કે અવશેષો ઘસડાઈ આવે તો તે બધાં તેમાં દટાઇ સચવાઇ રહે છે. એ કાંપ દબાઈ દૃઢ થતાં શિલા બને છે તેમાં પણ તે અવશેષો આવી રહેલાં હોય છે. જળકૃત શિલાઓનો આ રીતે અભ્યાસ કરતાં જૂનાથી નવા થરોમાં આવતાં, જણાય છે કે પૃથ્વી પર જુદા જુદા યુગોમાં એક સરખાં અને એકજ જાતનાં પ્રાણી અને વનસ્પતિ રહેલાં નથી, પણ વધતા જતા સમય સાથે પ્રાણી અને વનસ્પતિની રચનામાં ઘણા નાના મોટા ફેરફારો થયેલા છે. જુદા જુદા યુગોમાં રચાયેલી શિલાઓમાં મળી આવતા સજીવ દેહીઓનો ક્રમ એકવાર નક્કી થાય તો પછી શિલાઓમાંથી મળી આવતા સજીવ દેહીઓનાં સચવાયેલાં શરીરો કે અવશેષો તે શિલાની ઘટનાનો સમય નક્કી કરવામાં ઘણાં ઉપયોગી સાધન થઇ પડે. આ દૃષ્ટિએ દરેક જળકૃત થર પૃથ્વીના ઇતિહાસનું એક પૃષ્ઠ થઈ પડે છે અને એ પૃષ્ઠમાં લખેલી લિપિ તથા ભાષા સમજવાની કળ આપણને જો જડે તો ભગવતી વસુંધરાનો ઇતિહાસ આપણને હાથ લાગે ખરો.

સંરક્ષિત પિંડો (ફૉસિલ્સ):—આ શબ્દને ભૂસ્તર વિજ્ઞાની ઘણા વિસ્તૃત અર્થમાં વાપરે છે. માત્ર સજીવ દેહીઓનાં શરીરનાં ખોખાંજ નહિ, પરંતુ સજીવ દેહીઓની હયાતી સિદ્ધ કરનારાં બધાં નિશાનોનો પણ એમાં સમાવેશ કરવામાં આવે છે. આ રીતે છીપો, શરીર પરનાં ભીંગડાં, દાંત, હાડકાં, ઝાડનાં થડ, ડાળીઓ, બીઆં, પાંદડાં, ફૂલ તેમજ પ્રાણીઓનાં દર તથા મળ–ગુંચળાં, કીડાના ચાલવાથી થતા લીસોટા તેમજ પગલાં–એ બધાંનો એમાં સમાવેશ થાય છે.

ઘણા પ્રસંગોમાં તો માટીમાં દટાયેલું શરીર જેવું ને તેવું સચવાઈ રહે છે. છીપ, પરવાળાં અને એવી કઠણ વસ્તુઓ તેમજ દાંત, હાડકાં અને ભીંગડાં જેવી વસ્તુઓ તો તેમના મૂળ સ્વરૂપમાં સચવાઈ રહે છે, પણ ઘણીવાર એ સચવાઈ રહેલી વસ્તુનું મૂળ દ્રવ્ય ધોવાઈ જાય, તેનું સ્થાન કોઇ નવું ખનિજ દ્રવ્ય લે છે. દાખલા

તરીકે લાકડું, છીપાણી, પરવાળાં વગેરે વસ્તુઓમાં ચકમકિયાં દ્રવ્ય ફરે છે. આમ થતાં વસ્તુના મૂળ આકારમાં કે વિગતોમાં કાંઈ ફેર પડતો નથી. કેટલીકવાર એમ પણ બને છે કે મૂળ ચીજનું બધુંજ દ્રવ્ય ધોવાઇ જાય છે, અને તેની જગા કોઇ નવું દ્રવ્ય લેતું નથી, પણ જે જગાએ તે મૃત શરીર હતું ત્યાં તેના આકારને અનુસરતું પોલાણ રહી જાય છે. ઘણીવાર શિલામાં રહેલા આવા પોલાણમાં ઝમતા પાણી વાટે કોઈ નવું ખનિજ દ્રવ્ય ભરાય છે અને તે મૂળ મૃતપિંડનાં બીબાંનો આકાર લે છે.

જળહાર શિલાઓમાં મળી આવતાં રક્ષિતમૃતપિંડનું (૧) જે શિલા સમૂહમાં તે હોય તેને અનુસરીને અથવા (૨) જીવવિદ્યાના વર્ગીકરણની યોજનાને અનુસરીને, એમ બે રીતે વર્ગીકરણ થઇ શકે છે.

શિલાના થરોનું વર્ગીકરણઃ—પૃથ્વીના પોપડાના (૧) થરોની અંદર આવતી શિલાઓની ઘટના (૨) તેમાં આવતાં ખાસ રક્ષિત પિંડો, (૩) તેમનો પૂર્વાપરક્રમ, તથા (૪) તે થરોની પરસ્પર સંગતતા, એ ચાર તત્ત્વો લક્ષમાં રાખીને પોપડાના થરોનું વર્ગીકરણ કરવામાં આવે છે. આ પદ્ધતિને અનુસરી જુદા જુદા દેશના ભૂસ્તર વિજ્ઞાનીઓએ પોતાના દેશમાં આવેલા શિલાના થરોને પ્રાચીનથી અર્વાચીન એવા ક્રમમાં ગોઠવ્યા છે. આ પ્રમાણે પૂર્વાપર સંબંધને અનુસરી ગોઠવેલા થરોની અંદરના રક્ષિત પિંડોનો અભ્યાસ કરતાં જણાય છે કે તે થરોમાં સૌથી ઉપરના એટલે છેલ્લામાં છેલ્લા થયેલા થરોમાં આવતા રક્ષિત પિંડો હાલમાં પૃથ્વીના તલપર રહેતાં વનસ્પતિ અને પ્રાણીઓને મળતાં હોય છે. આ રીતે આપણે કરેલી થરોની ક્રમવાર રચનાનો તાળો મળી જાય છે અને તે ખરી છે એમ જણાય છે. નવીન થરોથી નીચે જતાં તે થરોની અંદર આવતા રક્ષિત પિંડો તથા હાલના સજીવ દેહીઓ વચ્ચેનું મળતાપણું કમી થતું જાય છે અને અતિ પ્રાચીન થરોમાં તો સજીવ દેહીઓની હયાતીની કાંઈ નિશાની મળતી નથી.

ભૂસ્તર વિજ્ઞાનીઓએ પૃથ્વીના પોપડાના થરોના મૂખ્ય પાંચ વિભાગ અથવા યુગ કલ્પ્યા છે. એ વિભાગો નીચે મુજબ છેઃ—(૧) અર્વાચીન અથવા ચતુર્થ યુગ (કવોર્ટર્નરી) (૨) તૃતીય યુગ (ટર્શિયરી), (૩) દ્વિતીય યુગ (સેકંડરી). (૪) પ્રથમ યુગ (પ્રાઇમરી) અને (૫) અતિપ્રાચીન (આર્કીયન). તેમની અંદર આવતાં સજીવ દેહીઓને અનુસરી એજ થરોનું બીજી રીતે પણ વર્ગીકરણ કરવામાં આવે છે. એ વર્ગીકરણ મુજબ પાછલી યોજનામાં જેને આપણે અતિપ્રાચીન યુગ કહ્યો છે તે **પિંડવિહીનયુગ** (ઇઓઝોઇક) કહેવાય છેઃ જેને આપણે પ્રથમ યુગ કહ્યો છે તે **પ્રાચીન સજીવ દેહીયુગ** (પેલીઓઝોઇક) કહેવાય છે; દ્વિતીય અને તૃતીય યુગનો સમાવેશ **નવદેહીયુગમાં (નીઓઝોઇક)** થાય છે, અને અર્વાચીન યુગને મળતો **માનવયુગ (એન્થ્રોપોઝોઇક)** છે. આ પ્રમાણે પાડેલા વિભાગોના તેમની ઘટના તથા તેમની અંદરના રક્ષિતપિંડને અનુસરી પેટા વિભાગ પાડવામાં આવ્યા છે. નીચેના કોઠા ઉપરથી એ બાબત સહેલથી સમજાશે:—



પૃથ્વીના પોપડામાં આવતી જળઠાર શિલાઓના વર્ગીકરણનો કોઠો

અતિ પ્રાચીનયુગ (આર્કીયન એજ)	પ્રથમ યુગ (પ્રાઇમરી-એજ)	દ્વિતીય યુગ (સેકંડરી-એજ)	તૃતીય યુગ (ટર્શીયરી-એજ)	ચતુર્થ યુગ (ક્વોર્ટર્નરી-એજ)
પિંડવિહીનયુગ (ઇઓઝૉઇક-એજ)	પ્રાચીન સજીવ દેહીયુગ (પેલીઓઝૉઇકએજ)	રક્ષિત પિંડાની દૃષ્ટિએ વર્ગીકરણ. નવદેહીયુગ (નીઓઝૉઇક એજ)		માનવયુગ (એન્થ્રોઝૉઇક એજ)
		મધ્યદેહીયુગ (મીઝોઝૉઇક એજ)	નવદેહીયુગ (કાઇનોઝૉઇક એજ)	
પ્રીકેમ્બ્રિયન	કેમ્બ્રિયન, સિલ્યુરિયન ડેવોનિયન કાર્બોનિફરસ પર્મિયન.	ટ્રાએસિક જ્યુરેસિક ક્રીટેશિયસ	ટર્શીયરી	પોસ્ટ-ટર્શીયરી

આકૃતિ ૧૧ મી



માનવયુગ (એન્થ્રોપો-ઝોઇકએજ)	ચતુર્થ યુગ (ક્વોર્ટર્નરી એજ)
નવદેહીયુગ (નીઓઝોઇકએજ)	તૃતીય યુગ (ટર્શિયરી એજ)
	દ્વિતીય યુગ (સેકંડરી એજ)
પ્રાચીનદેહીયુગ પેલીઓઝોઇકએજ	પ્રથમ યુગ (પ્રાઇમરી એજ)
પિંડવિહીનયુગ (ઇઓઝોઇકએજ)	અતિ પ્રાચીન (આર્કીયન એજ)

